

明細書

高周波増幅器

技術分野

[0001] 本発明は、高周波増幅器に関し、複数の異なる周波数帯域の入力信号を増幅することができる高周波増幅器に関する。

背景技術

[0002] 近年、携帯電話や無線ローカルエリアネットワーク(LAN)システムにおいて、一台の端末機で複数の周波数帯域のRF信号を扱いたいという要求がある。このような用途に用いる高周波(RF)増幅器として、従来はたとえば図1に示すようにそれぞれのRF信号の周波数帯域 f_1, f_2, \dots, f_n 毎に専用の増幅器 $1_1, 1_2, \dots, 1_n$ とインピーダンス変換回路 $2_1, 2_2, \dots, 2_n$ とを並設するのが一般的であった。

[0003] 図1に示した構成では、周波数帯域毎に専用の増幅器 $1_1, 1_2, \dots, 1_n$ を並設しているため、それぞれ異なる周波数帯域のRF信号の増加に伴い専用の増幅器 $1_1, 1_2, \dots, 1_n$ の部品数等が増えてしまい、増幅器全体の実装面積やコストが増加するという問題がある。

[0004] 上記のような問題を解消するものとして、たとえば特開平11-97946号公報に開示されるように、一つの増幅器で2つの周波数帯域のRF信号を増幅する技術がある。該公報に開示される技術は、図1と共に部分に同一符号を付して説明すると、図2に示すように、インピーダンス整合回路2とインピーダンス変換回路 $2_1, 2_2$ との間の増幅器1の出力をスイッチ回路5で切り分けて2つの周波数帯域のRF信号の増幅を実現したり、図3に示すように、第1の帯域通過ファイル61と第2の帯域通過ファイル62とで切り分けて2つの周波数帯域のRF信号の増幅を実現したりするものである。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] 特開平11-97946号公報に開示されるものは、インピーダンスの低い増幅器1の出力端でそれぞれ異なる周波数帯域のRF信号を図2に示すスイッチ回路5や図3に示す第1の帯域通過ファイル61及び第2の帯域通過ファイル62で分岐しているため

、スイッチ回路5や第1の帯域通過ファイル61及び第2の帯域通過ファイル62での損失による影響が大きくなってしまうという問題がある。

[0006] ちなみに、スイッチ回路5や第1の帯域通過ファイル61及び第2の帯域通過ファイル62でそれぞれの周波数帯域のRF信号を分岐させるものでは、特に3つ以上の周波数帯域のRF信号を分岐させようとすると、分岐すべきRF信号の複数が増えるほど、損失が増大してしまう傾向がある。

[0007] 本発明が解決しようとする問題点は、一つの増幅器で複数の周波数帯域のRF信号を増幅し、それぞれの周波数帯域のRF信号を分岐させようとすると、損失が増大してしまい、その損失による増幅器の特性劣化が大きくなってしまう点である。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の高周波増幅器は、入力された複数の異なる周波数帯域を含む信号を増幅する第1の増幅手段と、

前記増幅された複数の周波数帯域の信号のうち最も高い周波数帯域の信号とそれ以外の周波数帯域を含む信号とを分岐する複数の第1の分岐手段と、

前記分岐された最も高い周波数帯域の信号を出力端子の負荷インピーダンスに変換する複数の第1のインピーダンス変換手段とを備え、

前記周波数帯域の高さに応じた分岐と前記負荷インピーダンスへの変換とが、最も高い周波数帯域から最も低い周波数帯域に順に行われることを特徴とする。

[0009] この場合、入力された複数の異なる周波数帯域を含む信号を増幅する第2の増幅手段と、

前記入力された複数の周波数帯域の信号のうち最も高い周波数帯域の信号とそれ以外の周波数帯域を含む信号とを分岐する複数の第2の分岐手段と、

前記分岐された最も高い周波数帯域の信号を入力端子の信号源インピーダンスに変換する複数の第2のインピーダンス変換手段とを備え、

前記周波数帯域の高さに応じた分岐と前記信号源インピーダンスへの変換とが、最も高い周波数帯域から最も低い周波数帯域に順に行われることとしてもよい。

[0010] 本発明の他の形態による高周波増幅器は、入力された複数の異なる周波数帯域を含む信号を増幅する第2の増幅手段と、

前記増幅された複数の周波数帯域の信号のうち最も高い周波数帯域の信号とそれ以外の周波数帯域を含む信号とを分岐する複数の第2の分岐手段と、

前記分岐された最も高い周波数帯域の信号を入力端子の信号源インピーダンスに変換する複数の第2のインピーダンス変換手段とを備え、

前記周波数帯域の高さに応じた分岐と前記信号源インピーダンスへの変換とが、最も高い周波数帯域から最も低い周波数帯域に順に行われることを特徴とする。

- [0011] この場合、前記複数の異なる周波数帯域の数は、3以上であるとしてもよい。
- [0012] また、前記第1の増幅手段及び第2の増幅手段はカスケード接続され、前記第1の増幅手段と第2の増幅手段との間に、前記第1の分岐手段及び第1のインピーダンス変換手段が設けられていることとしてもよい。
- [0013] また、前記第1の増幅手段及び第2の増幅手段はカスケード接続され、前記第1の増幅手段と第2の増幅手段との間に、前記第2の分岐手段及び第2のインピーダンス変換手段が設けられていることとしてもよい。
- [0014] また、前記第1の分岐手段と出力端子との間に、少なくとも一つの補助増幅器が設けられていることとしてもよい。
- [0015] また、前記第2の分岐手段と入力端子との間に、少なくとも一つの補助増幅器が設けられていることとしてもよい。
- [0016] また、前記第1のインピーダンス変換手段は、少なくとも2つ以上の周波数帯域の信号に対して共通に高インピーダンスへの変換を行うとしてもよい。
- [0017] また、前記第2のインピーダンス変換手段は、少なくとも2つ以上の周波数帯域の信号に対して共通に高インピーダンスへの変換を行うとしてもよい。
- [0018] また、前記第1の分岐手段と出力端子との間に、補助インピーダンス変換回路が設けられていることとしてもよい。
- [0019] また、前記第2の分岐手段と入力端子との間に、補助インピーダンス変換回路が設けられていることとしてもよい。
- [0020] また、前記第1の分岐手段は、高域フィルタと低域フィルタとからなるとしてもよい。
- [0021] また、前記第2の分岐手段は、高域フィルタと低域フィルタとからなるとしてもよい。
- [0022] また、前記低域フィルタの少なくとも一つは、対となる高域フィルタで分岐した高い

周波数帯域の信号に対して、選択的にインピーダンスを高くする構成とされているとしてもよい。

- [0023] また、前記高域フィルタの少なくとも一つは、対となる低域フィルタで分岐した信号の中で最も高い周波数域の信号に対し選択的に接地する構成とされているとしてもよい。
- [0024] また、前記第1の分岐手段は、電界効果トランジスタを用いたスイッチで構成されているとしてもよい。
- [0025] また、前記第2の分岐手段は、電界効果トランジスタを用いたスイッチで構成されているとしてもよい。
- [0026] また、前記第1の分岐手段は、PINダイオードを用いたスイッチで構成されているとしてもよい。
- [0027] また、前記第2の分岐手段は、PINダイオードを用いたスイッチで構成されているとしてもよい。
- [0028] また、前記周波数帯域に対応した出力端子とグランドの間にスイッチが設けられており、ある周波数帯域の信号が増幅され、出力端子から負荷側に伝達されているときは、それ以外の周波数帯域に対応する出力端子のうち少なくともひとつは、スイッチによって接地する接地手段を有するとしてもよい。
- [0029] また、前記接地手段は、電界効果トランジスタを用いたスイッチで構成されているとしてもよい。
- [0030] また、前記接地手段は、PINダイオードを用いたスイッチで構成されているとしてもよい。
- [0031] また、前記複数の異なる周波数帯域の信号が、第1の周波数帯と第2の周波数帯の1.5乃至2.5倍の範囲に含まれる第2の周波数帯の信号を含んでいるとき、増幅された前記第1の周波数帯の信号が出力端子から負荷側に伝達されているときは、前記第2の周波数帯の出力端子を前記接地手段で接地するとしてもよい。
- [0032] また、前記周波数帯域に対応した出力端子は、負荷インピーダンスと同じ特性インピーダンスを持つ伝送線路を介してグランドとの間にスイッチが設けられており、該伝送線路の長さは、スイッチがオンしてグランドに接続されているとき、第1の増幅手段

の出力端から負荷側をみたインピーダンスが、該周波数帯域において短絡条件になるように決められるとてもよい。

発明の効果

[0033] 本発明の高周波増幅器は、周波数帯域の高さに応じた分岐と負荷インピーダンスへの変換とが、最も高い周波数帯域から最も低い周波数帯域に順に行われるようとしたので、一つの増幅器で増幅された複数の周波数帯域を含む信号を分岐しても、それぞれの信号を目的のインピーダンスに変換することができ、さらに信号の損失による影響を小さくすることができる。

図面の簡単な説明

- [0034] [図1]従来の高周波増幅器の一例を示す図である。
- [図2]従来の高周波増幅器の他の例を示す図である。
- [図3]従来の高周波増幅器の他の例を示す図である。
- [図4]本発明の高周波増幅器の実施形態1を示す図である。
- [図5]本発明の高周波増幅器の実施形態2を示す図である。
- [図6]図5のA点、B点、C点におけるインピーダンスを説明するためのスミス図表である。
- [図7]図5のA点、B点、D点、E点におけるインピーダンスを説明するためのスミス図表である。
- [図8]図5のA点、B点、D点、F点におけるインピーダンスを説明するためのスミス図表である。
- [図9]図5の高周波増幅器の構成を変えた場合の実施形態3を示す図である。
- [図10]図9のC点における反射特性とA点からC点への通過特性とを示す図である。
- [図11]図9のE点における反射特性とA点からE点への通過特性とを示す図である。
- [図12]図9のF点における反射特性とA点からF点への通過特性とを示す図である。
- [図13]図4の高周波増幅器の構成を変えた場合の実施形態4を示す図である。
- [図14]図9の高周波増幅器の構成を変えた場合の実施形態5を示す図である。
- [図15]図9のA点から負荷側を見たインピーダンスを説明するためのスミス図表である。

。

[図16]図14のA点から負荷側を見たインピーダンスを説明するためのスミス図表である。

[図17]実施形態5の副次的な効果を説明するための出力電力特性を示す図である。

[図18]図14の高周波増幅器の構成を変えた場合の実施形態6を示す図である。

[図19]図5の構成を変えた場合の実施形態7を示す図である。

[図20]図4の構成を変えた場合の実施形態8を示す図である。

[図21]図4の構成を変えた場合の実施形態9を示す図である。

[図22]図4の構成を変えた場合の実施形態10を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0035] 本発明は、一つの増幅器によって増幅されたn個の異なる周波数($f_1 > f_2 > \dots > f_m > \dots > f_n$)を含むRF信号に対し、増幅器の出力インピーダンスよりも高いインピーダンスに変換してから最も高い周波数 f_1 のRF信号とそれよりも低い周波数を含むRF信号とに分岐し、周波数 f_1 よりも低い周波数を含むRF信号に対して増幅器の出力インピーダンスよりも高いインピーダンスに変換してから最も高い周波数 f_2 のRF信号とそれよりも低い周波数を含むRF信号とに分岐するといった高インピーダンスへの変換と周波数の高さに応じた分岐とを最も低い周波数 f_n まで行うことにより、複数の周波数帯域のRF信号の増幅を行わせるようにしたものである。

[0036] 次に、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

[0037] (実施形態1)

図4は、本発明による高周波増幅器の第1の実施形態を示す図である。

[0038] 図4に示すように、本実施形態の高周波増幅器は、増幅器1、インピーダンス整合回路2、インピーダンス変換回路21, 22, 23, …、補助インピーダンス変換回路7n、高域フィルタ31, 32, 33, …、低域フィルタ41, 42, 43, …を備えている。

[0039] インピーダンス整合回路2は、入力端子を介して入力されたn個の異なる周波数($f_1 > f_2 > \dots > f_m > \dots > f_n$)を含むRF信号に対してのインピーダンス整合を行う。

[0040] 第1の増幅手段としての増幅器1は、インピーダンス整合回路2でインピーダンス整合のとられたn個の異なる周波数($f_1 > f_2 > \dots > f_m > \dots, > f_n$)を含むRF信号に対しての増幅を行う。

- [0041] インピーダンス変換回路21は、増幅器1で増幅されたn個の異なる周波数($f_1 > f_2 > \dots > f_m > \dots > f_n$)を含むRF信号を、増幅器1の出力インピーダンスよりも高く、負荷インピーダンス(たとえば50オーム)よりも低いインピーダンスに変換する。
- [0042] インピーダンス変換回路22は、低域フィルタ41で分岐された周波数 f_1 よりも低い周波数を含むRF信号を、高インピーダンス(≤負荷インピーダンス:たとえば50オーム)に変換する。
- [0043] インピーダンス変換回路23は、低域フィルタ42で分岐された周波数 f_2 よりも低い周波数のRF信号を、高インピーダンス(≤負荷インピーダンス:たとえば50オーム)に変換する。
- [0044] インピーダンス変換回路および低域フィルタは組み合わされて使用されるもので、図4にはインピーダンス変換回路21～23および低域フィルタ41～43による3組までの構成が示されているが、さらに多段に構成されていて、前段の低域フィルタにより分岐された周波数よりも低い周波数のRF信号をインピーダンス変換回路で高インピーダンスに変換することが行なわれている。
- [0045] 補助インピーダンス変換回路7nは、前段の図示しない低域フィルタで分岐された最も低い周波数 f_n のRF信号を、負荷インピーダンス(たとえば50オーム)に変換する。なお、これらインピーダンス変換回路21, 22, 23, …、補助インピーダンス変換回路7nは、第1のインピーダンス変換手段を構成している。
- [0046] 高域フィルタ31は、インピーダンス変換回路21により増幅器1の出力インピーダンスよりも高いインピーダンス(≤負荷インピーダンス:たとえば50オーム)に変換された周波数 f_1 を通す。この際、周波数 f_1 に対するインピーダンスが、まだ負荷インピーダンスより低い場合は、高域フィルタ31によって、さらにインピーダンス変換がなされ、負荷インピーダンスに整合する。高域フィルタ32は、インピーダンス変換回路22により高インピーダンス(≤負荷インピーダンス:たとえば50オーム)に変換された周波数 f_2 を通す。この際、 f_2 に対するインピーダンスが、まだ負荷インピーダンスより低い場合は、高域フィルタ32によって、さらにインピーダンス変換がなされ、負荷インピーダンスに整合する。
- [0047] 高域フィルタ33は、インピーダンス変換回路23により高インピーダンス(≤負荷イン

ピーダンス:たとえば50オーム)に変換された周波数f3を通す。この際、周波数f3に対するインピーダンスが、まだ負荷インピーダンスより低い場合は、高域フィルタ33によって、さらにインピーダンス変換がなされ、負荷インピーダンスに整合する。

[0048] 低域フィルタ41は、インピーダンス変換回路21により増幅器1の出力インピーダンスよりも高いインピーダンス(≤負荷インピーダンス:たとえば50オーム)に変換された周波数f1より低い周波数を含むRF信号を通す。低域フィルタ42は、インピーダンス変換回路22により高インピーダンス(≤負荷インピーダンス:たとえば50オーム)に変換された周波数f2より低い周波数を含むRF信号を通す。低域フィルタ43は、インピーダンス変換回路23により高インピーダンス(≤負荷インピーダンス:たとえば50オーム)に変換された周波数f3より低い周波数を含むRF信号を通す。なお、これら高域フィルタ31, 32, 33, …、低域フィルタ41, 42, 43, …は、第1の分岐手段を構成している。

[0049] すなわち、実施形態1では、一つの増幅器1によって増幅されたn個の異なる周波数($f_1 > f_2 > \dots > f_m > \dots > f_n$)を含むRF信号を、増幅器1の出力インピーダンスよりも高いインピーダンス(≤負荷インピーダンス:たとえば50オーム)に変換してから、最も高い周波数f1のRF信号とそれよりも低い周波数を含むRF信号とに分岐し、周波数f1よりも低い周波数を含むRF信号に対して増幅器1の出力インピーダンスよりも高いインピーダンス(≤負荷インピーダンス:たとえば50オーム)に変換してから、最も高い周波数f2のRF信号とそれよりも低い周波数を含むRF信号とに分岐するといった高インピーダンスへの変換と周波数の高さに応じた分岐とを最も低い周波数fnまで行うことにより、複数の周波数帯域のRF信号の増幅を行い、さらに分岐した各周波数毎に、たとえば50オームにインピーダンスに整合を行なうこととしている。

[0050] ここで、整合を行なうインピーダンスを50オームとしているが、これはあくまでも一例であり、増幅器1の出力インピーダンスよりも高い他の値としてもよいことは勿論である。また、フィルタ31, 32, 33, …及び低域フィルタ41, 42, 43, …の前段にインピーダンス変換回路21, 22, 23, …を設けているが、これに限らず、インピーダンス変換回路21, 22, 23, …を高域フィルタ31, 32, 33, …の出力側に設けてもよい。

[0051] また、高域フィルタ31, 32, 33, …の出力側に他の補助インピーダンス変換回路を追加してもよい。また、高域フィルタ31, 32, 33, …及び低域フィルタ41, 42, 43, …の前段にインピーダンス変換回路21, 22, 23, …、補助インピーダンス変換回路7nを設けているが、回路の条件によってはインピーダンス変換回路21以外のインピーダンス変換回路22, 23, …、補助インピーダンス変換回路7nを省いてもよい。

[0052] 次に、上述した構成の高周波増幅器の作用について説明する。

[0053] まず、入力端子を介してn個の異なる周波数($f_1 > f_2 > \dots > f_m > \dots > f_n$)を含むRF信号が入力されると、そのRF信号はインピーダンス整合回路2で広帯域に亘ってインピーダンス整合がとられた後、増幅器1によって増幅される。増幅器1によって増幅されたRF信号は、インピーダンス変換回路21により、増幅器1の出力インピーダンスよりも高いインピーダンス(≤負荷インピーダンス:たとえば50オーム)に変換され、最も高い周波数 f_1 のRF信号が高域フィルタ31を通過して出力される。このとき、 f_1 に対するインピーダンスが、まだ負荷インピーダンスより低い場合は、高域フィルタ31によって、さらにインピーダンス変換がなされ、負荷インピーダンスに整合する。さらに、周波数 f_1 より低い周波数を含むRF信号は、低域フィルタ41を通過した後、インピーダンス変換回路22によって高インピーダンス(≤負荷インピーダンス:たとえば50オーム)に変換される。

[0054] インピーダンス変換回路22によって高インピーダンス(≤負荷インピーダンス:たとえば50オーム)に変換された最も高い周波数 f_2 は高域フィルタ32を通過して出力される。このとき、 f_2 に対するインピーダンスが、まだ負荷インピーダンスより低い場合は、高域フィルタ32によって、さらにインピーダンス変換がなされ、負荷インピーダンスに整合する。さらに、周波数 f_2 より低い周波数を含むRF信号は低域フィルタ42を通過した後、インピーダンス変換回路23によって高インピーダンス(≤負荷インピーダンス:たとえば50オーム)に変換される。

[0055] インピーダンス変換回路23によって高インピーダンス(≤負荷インピーダンス:たとえば50オーム)に変換された最も高い周波数 f_3 は高域フィルタ33を通過して出力される。このとき、 f_3 に対するインピーダンスが、まだ負荷インピーダンスより低い場合は

、高域フィルタ33によって、さらにインピーダンス変換がなされ、負荷インピーダンスに整合する。さらに、周波数f3より低い周波数を含むRF信号が低域フィルタ43を通過した後、後段の図示しないインピーダンス変換回路によって高インピーダンス(≤負荷インピーダンス:たとえば50オーム)に変換される。

- [0056] そして、このような高インピーダンス(≤負荷インピーダンス:たとえば50オーム)への変換と、周波数の高さに応じた分岐とが最も低い周波数fnまで順次行われることにより、各周波数毎に50オームへのインピーダンス整合がとられる。
- [0057] ここで、インピーダンス変換回路21, 22, 23, …2nを、インダクタ(L)と容量(C)で構成されるフィルタ回路とし、各周波数を低インピーダンスから高インピーダンスに変換する際、そのインピーダンスは周波数の関数になっており、同じLC回路に対しては周波数が高いほどインピーダンスの変換比も高くなる。たとえば、図4のA点から増幅器1側を見たインピーダンスZAは周波数の関数になっており、周波数f1, f2, …, fn(f1>f2>…, >fm>…>fn)に対して、ZA(f1)>ZA(f2)>…>ZA(fm)…>ZA(fn)となっている。
- [0058] したがって、図4に示すように、高い周波数から順次分岐し、m番目の周波数fm(m=2, 3, …, n)に対しては、インピーダンス変換回路21, 22, …, 2mと低域フィルタ41, 42, …4(m-1)と高域フィルタ3mとで、徐々に高いインピーダンスに変換しながら、最終的に各周波数を50オームに整合させる構成を採用することで、n個の異なる周波数(f1>f2>…>fm>…>fn)を含むRF信号を分岐しても、それぞれのRF信号が小さい損失で取り出される。
- [0059] また、インピーダンス変換回路21, 22, …, 2nや高域フィルタ31,32,…3n、低域フィルタ41, 42, …4nを通過することによって発生する損失が大きい高周波のRF信号ほどインピーダンス変換回路21, 22, 23, …2nや高域フィルタ31,32,…3n、低域フィルタ41, 42, …4nの通過段数が少ないため、RF信号の損失低減に有利である。
- [0060] また、m番目の低域フィルタ4mの中に、m番目の周波数fmに対して選択的にインピーダンスが大きくなるような共振回路を導入し、m番目の高域フィルタ3mの中にm+1番目の周波数fm+1に対して選択的に接地するような共振回路を導入する構成

としてもよい。この場合には各周波数帯域のRF信号を確実に分離でき、他端子への別の周波数の信号漏れがなくなる。

- [0061] このように、実施形態1では、一つの増幅器1によって増幅されたn個の異なる周波数($f_1 > f_2 > \dots > f_m > \dots > f_n$)を含むRF信号に対し、増幅器1の出力インピーダンスよりも高いインピーダンスに変換してから、最も高い周波数 f_1 のRF信号とそれよりも低い周波数を含むRF信号とに分岐し、周波数 f_1 よりも低い周波数を含むRF信号に対して増幅器1の出力インピーダンスよりも高いインピーダンスに変換してから、最も高い周波数 f_2 のRF信号とそれよりも低い周波数を含むRF信号とに分岐するといった高インピーダンスへの変換と周波数の高さに応じた分岐とを最も低い周波数 f_n まで行い、さらに分岐したそれぞれの周波数に対して個別にインピーダンス整合をとるようにしたので、一つの増幅器1で増幅された複数の周波数帯域を含む信号を最小の損失で効率良く分岐、増幅することができる。
- [0062] また、一つの増幅器1で増幅された複数の周波数帯域を含む信号を最小の損失で取り出すことができるので、結果としてそれぞれのRF信号の周波数帯域毎に専用の増幅器を並設する必要がなく、増幅器の部品数等が増えてしまうことによる増幅器の実装面積やコストが増加するといった問題も解消される。
- [0063] また、RF信号がインピーダンス変換回路21, 22, 23, …や高域フィルタ31, 32, 33…、低域フィルタ41, 42, 43…を通過することによって発生する損失が顕著な高周波のRF信号ほど通過段数が少なくなるため、インピーダンス変換回路21, 22, 23, …や高域フィルタ31, 32, 33…、低域フィルタ41, 42, 43…によるロスの影響を小さくでき、結果として増幅器1の性能を向上させることができる。
- [0064] また、高インピーダンスへの変換と周波数の高さに応じた分岐とを最も低い周波数 f_n まで行う構成であるため、増幅できる周波数帯域の数に制限がなく、様々な応用に適用可能となる。
- [0065] (実施形態2)

図5は、本発明の高周波増幅器の実施形態2を示す図、図6ー図8は、図5の各点AーFにおけるインピーダンスを説明するためのスミス図表である。なお、以下に説明する図において、図4と共通する部分には同一符号を付し重複する説明を省略する。

- [0066] 図5は、図4の増幅器1の出力側の構成の一例を示すものであって、たとえば3つの周波数 f_1 , f_2 , f_3 ($f_1 > f_2 > f_3$)を含むRF信号を、たとえば50オームに整合するために、インピーダンス変換回路21、高域フィルタ31, 32、低域フィルタ41, 42を備えた場合を示している。ここで、たとえば周波数 $f_1 = 5.2\text{GHz}$ 、周波数 $f_2 = 2.4\text{GHz}$ 、周波数 $f_3 = 1.8\text{GHz}$ とする。
- [0067] このような構成では、インピーダンス変換回路21によって高インピーダンス($\leq 50\text{オーム}$)に変換された3つの周波数 f_1 , f_2 , f_3 を含むRF信号のうち、周波数 f_1 は高域フィルタ31を通過して50オームにインピーダンス整合されて出力される。周波数 f_2 , f_3 は、低域フィルタ41を通過すると、周波数 f_2 が高域フィルタ32を通過して50オームにインピーダンス整合されて出力される。また、周波数 f_3 が低域フィルタ42を通過して50オームにインピーダンス整合されて出力される。
- [0068] ここで、周波数 f_1 , f_2 , f_3 に対するインピーダンスの軌跡を、図6ー図8のスミス図表上に示す。図6は、図5のA点、B点、C点の軌跡を示し、図7は、図5のA点、B点、D点、E点の軌跡を示し、図8は、図5のA点、B点、D点、F点の軌跡を示している。
- [0069] ちなみに、携帯電話や無線LAN等に用いられる増幅器1の出力インピーダンス(図5のA点から増幅器1側を見たインピーダンス)は、通常、数オーム以下になっている。これを、3つの周波数 f_1 , f_2 , f_3 に共通なインピーダンス変換回路21を通過させると、図5のB点での周波数 f_1 に対するインピーダンスは、数十オームまで変換される(図6のB点)。さらに、周波数 f_1 を高域フィルタ31を通過させることにより、周波数 f_1 に対するインピーダンスは50オームに変換される(図6のC点)。
- [0070] このとき、高域フィルタ31は、周波数 f_1 のみを通過させ、周波数 f_2 及び周波数 f_3 を通過させないように設計されている。また、低域フィルタ41は、周波数 f_1 を遮断し周波数 f_2 及び周波数 f_3 を通過させるように設計されている。したがって、図5のB点での周波数 f_2 及び周波数 f_3 を含むRF信号は、高域フィルタ32と低域フィルタ42とでそれぞれ分岐される。ここで、図7に示すように、B点における周波数 f_2 に対するインピーダンスは、周波数 f_1 に対するインピーダンスより低く、数オームである。
- [0071] したがって、周波数 f_2 及び周波数 f_3 を含むRF信号は、低域フィルタ41を通して、数十オームに変換され(図7のD点)、さらに周波数 f_2 が高域フィルタ32を通して50

オームに変換される(図7のE点)。

- [0072] 高域フィルタ32では、周波数f2のみを通過させ、周波数f3を通過させないよう設計されており、周波数f3のRF信号がD点で低域フィルタ42に分岐される。D点における周波数f3に対するインピーダンスは、十数オーム(図8のD点)であり、低域フィルタ42を通して50オームに変換される(図8のF点)。
- [0073] このように、実施形態2では、たとえば3つの周波数f1, f2, f3を含むRF信号を、たとえば50オームに整合するために、インピーダンス変換回路21、高域フィルタ31, 32、低域フィルタ41, 42を備えた構成としている。図6ー図8のインピーダンスの軌跡を見ると分かるように、高い周波数から、順次、複数の周波数のRF信号を分岐し整合をとることにより、各点におけるインピーダンスはスミス図表の中心に向かって単調に増加し、各周波数帯域に対して最も効率的に50オームへの整合をとることができる。
- [0074] また、RF信号がインピーダンス変換回路21等を通過する際に発生する損失の影響が大きい高周波ほど、インピーダンス変換回路21等の通過段数が少なくされるため、上述したように、信号の損失による影響を解消することができる。
- [0075] なお、実施形態2では、図4のインピーダンス変換回路22, 23が省略されているが、これは条件によって使用しなくてもよいことを示している。
- [0076] (実施形態3)

図9は、図5の高周波増幅器の構成を変えた実施形態3を示す図、図10ー図12は、図9の各点AーFにおける通過特性を説明するための図である。

- [0077] 実施形態3では、図5の高域フィルタ31, 32や低域フィルタ41, 42に特定の周波数を減衰させるための回路を設けている。すなわち、図9に示すように、低域フィルタ41内に、LC並列共振回路41aを設け、その共振周波数($\approx 1/2\pi\sqrt{LC}$)を周波数f1の近傍になるように設定している。同様に、低域フィルタ42内に、LC並列共振回路42aを設け、その共振周波数($\approx 1/2\pi\sqrt{LC}$)を周波数f2の近傍になるように設定している。
- [0078] ここで、B点から分岐された回路側を見たインピーダンスが、周波数f1に対して極めて大きくなり、周波数f1のRF信号は図6のC点に達するようになるため、周波数f1の

RF信号を効率良く出力端子から出力することができる。また、周波数f2の出力端子に周波数f1が混入しないので、システムに悪影響を与えることもない。同様に、D点以降に分岐された回路を見たときのインピーダンスが、周波数f2に対して極めて大きくなり、周波数f2のRF信号は図7のE点に達するようになるため、周波数f2のRF信号を効率良く出力端子から出力することができる。

- [0079] 一般に、m番目の低域フィルタ4mの中に、m番目の周波数fmに対してインピーダンスが大きくなるような共振回路を導入することにより、各周波数を確実に分離できる。
- [0080] また、図9に示すように、高域フィルタ31内に、LC直列共振回路31aを設け、その共振周波数($\approx 1/2\pi\sqrt{LC}$)を周波数f2近傍になるように設定している。同様に、高域フィルタ32内に、LC直列共振回路32aを設け、その共振周波数($\approx 1/2\pi\sqrt{LC}$)を周波数f3近傍になるように設定している。
- [0081] ここで、たとえばB点からC点方向に漏れた周波数f2, f3のRF信号のほとんどが接地されるので、C点に周波数f2, f3のRF信号が混入しない。そのため、システムに悪影響を与えることがなく、周波数f1の信号を効率良く取り出すことができる。同様に、たとえばD点からE点方向に漏れた周波数f3のRF信号のほとんどが接地されるので、E点に周波数f3のRF信号が混入しない。そのため、システムに悪影響を与えることがなく、周波数f2の信号を効率良く取り出すことができる。
- [0082] 一般に、m番目の高域フィルタ3mの中に、(m+1)番目以降の周波数f(m+1)以降に対して接地させるような共振回路を導入することにより、各周波数を確実に分離できる。
- [0083] このような構成は、たとえば携帯電話の900MHz帯を使用するGSM(Global System for Mobile Communication)及び1.8GHz帯を使用するDCS(Digital Cellular System)や、無線LANの2.4GHz帯を使用するIEEE802.11b/g規格システム及び5GHz帯を使用するIEEE802.11a規格システム等に有効である。
- [0084] このような構成では、増幅器1の出力インピーダンスであるたとえば(5.0-j1.8)オームを50オームに変換した場合、図10に示すような特性が得られる。すなわち、図10は、図9のC点における反射特性とA点からC点への通過特性とを示している。図10(

a)に示すように、周波数 $f_1 = 5.2\text{GHz}$ での反射量は最小になり、図10(b)に示すように、通過量は最大になっていることが分かる。また、図10(a)に示すように、周波数 $f_2 = 2.4\text{GHz}$ での反射量は最大になり、図10(b)に示すように、通過量は最小になっていることが分かる。つまり、効率的に周波数 f_1 のRF信号が選択され、図9のC点に取り出されることが分かる。

[0085] また、図11には、図9のE点における反射特性とA点からE点への通過特性とを示している。図11(a)に示すように、周波数 $f_2 = 2.4\text{GHz}$ での反射量は最小になり、図11(b)に示すように、通過量は最大になっていることが分かる。また、図11(a)に示すように、周波数 $f_1 = 5.2\text{GHz}$ と周波数 $f_3 = 1.8\text{GHz}$ との反射量は最大になり、図11(b)に示すように、通過量は最小になっていることが分かる。つまり、効率的に周波数 f_2 のRF信号が選択され、図9のE点に取り出されることが分かる。

[0086] また、図12には、図9のF点における反射特性とA点からF点への通過特性とを示している。図12(a)に示すように、周波数 $f_3 = 1.8\text{GHz}$ での反射量は最小になり、図12(b)に示すように、通過量は最大になっていることが分かる。また、図12(a)に示すように、周波数 $f_1 = 5.2\text{GHz}$ と $f_2 = 2.4\text{GHz}$ での反射量は最大になり、図12(b)に示すように、通過量は極小になっていることが分かる。つまり、効率的に周波数 f_3 のRF信号が選択され、図9のF点に取り出されることが分かる。

[0087] (実施形態4)

図13は、図4の高周波増幅器の構成を変えた実施形態4を示す図である。実施形態4では、図4の各周波数に対応した出力端子に、接地スイッチ81, 82, 83…を設けている。

[0088] 接地スイッチ81は、周波数 f_1 以外の信号が増幅され、出力端子から負荷側に伝達されているときオンになり、 f_1 の出力端子とグランド間とを短絡することにより、周波数 f_1 以外の信号やその高調波などの不要波が、 f_1 の出力端子から負荷側に洩れるのを防ぐ。逆に、高周波増幅器が周波数 f_1 の信号を増幅し、 f_1 の出力端子から負荷側に信号を伝達するときは、接地スイッチ81はオフになる。

[0089] 接地スイッチ82は、周波数 f_2 以外の信号が増幅され、出力端子から負荷側に伝達されているときオンになり、 f_2 の出力端子とグランド間とを短絡することにより、周波数 f_2

2以外の信号やその高調波などの不要波が、f2の出力端子から負荷側に洩れるのを防ぐ。逆に、高周波増幅器が周波数f2の信号を増幅し、f2の出力端子から負荷側に信号を伝達するときは、接地スイッチ82はオフになる。

- [0090] 接地スイッチ83は、周波数f3以外の信号が増幅され、出力端子から負荷側に伝達されているときオンになり、f3の出力端子とグランド間とを短絡することにより、周波数f3以外の信号やその高調波などの不要波が、f3の出力端子から負荷側に洩れるのを防ぐ。逆に、高周波増幅器が周波数f3の信号を増幅し、f3の出力端子から負荷側に信号を伝達するときは、接地スイッチ83はオフになる。
- [0091] すなわち、実施形態4では、増幅していない周波数に対応する出力端子をスイッチで接地することにより、他の周波数帯域数号や、その高調波などの不要波が負荷側に洩れるのを抑制し、システムに悪影響を与えるのを防いでいる。このように、複数の周波数帯域を含む信号の分岐と負荷インピーダンスへの変換を、最も高い周波数から低い周波数に順に行い、さらに出力端子の接地スイッチを組み合わせることにより、図2や図3に示した従来の構成に比べ、使用していない出力端子に洩れる不要波を除去する効果が著しく改善し、システムの動作が安定する。
- [0092] また、図2に示した従来例では、増幅して出力すべき信号を減衰させないための低ロスと、不要波を他方の使用していない出力端子に洩らさないようにするための高アイソレーションの両方の特性がスイッチ5に要求され、技術的に極めて困難であるのに対し、本発明の構成では、接地スイッチは、不要波を接続すればよいので、ロスはある程度大きくても問題なく、アイソレーションのみが重要となるので、スイッチに要求される性能が低く、技術的に実現しやすいという利点もある。
- [0093] ここで、接地スイッチをオン・オフする制御信号は、例えばベースバンドから受けることができる。尚、このスイッチは、電界効果トランジスタを用いても、PINダイオードを用いてもよい。

[0094] (実施形態5)

図14は、図9の高周波増幅器の実施の形態を変えた実施形態5を示す図であり、図15と図16は、図14の接地スイッチ81, 82, 83のオン・オフの組み合わせにより増幅端Aから負荷側をみたインピーダンスZAがどのように変化するかを説明するための図で

あり、図17はその副次的な効果を説明するための図である。

- [0095] 実施形態5では、図9の周波数f1に対応した出力端子に、接地スイッチ81を周波数f2に対応した出力端子に、接地スイッチ82を、周波数f3に対応した出力端子に、接地スイッチ83を設けている。
- [0096] 周波数f1を増幅し、出力端子から負荷側に信号を伝達しているときは、スイッチ81をオフにし、スイッチ82と83をオンにし接地する。
- [0097] 同様に、周波数f2を増幅し、出力端子から負荷側に信号を伝達しているときは、スイッチ82をオフにし、スイッチ81と83をオンにし接地する。
- [0098] 同様に、周波数f3を増幅し、出力端子から負荷側に信号を伝達しているときは、スイッチ83をオフにし、スイッチ81と82をオンにし接地する。
- [0099] このようにすることにより、信号を負荷側に伝達していない出力端子から不要な信号が負荷側に洩れるのを抑制し、システムに悪影響を及ぼすことが無い。
- [0100] このような構成は、携帯電話の900MHz帯を使用するGSM及び1. 8GHz帯を使用するDCSや、無線LANの2. 4GHz帯を使用するIEEE802. 11b／g規格システム及び5GHz帯を使用するIEEE802. 11a規格システム等に有効である。
- [0101] 図15に示したのは、周波数f2=2. 4GHzの信号を増幅しているとき、スイッチ81、82、83をすべてオフにした場合(すなわち図9と同じ状態)の図14のA点から負荷側をみたインピーダンスを示すスミス図表である。
- [0102] 図16に示したのは、周波数f2=2. 4GHzの信号を増幅しているとき、スイッチ82のみをオフ、スイッチ81と83をオンにして、f1=5. 2GHzとf3=1. 8GHzの出力端子を接地した場合の図14のA点から負荷側をみたインピーダンスZLを示すスミス図表である。
- [0103] 両者を比べると、f2=2. 4GHzに対するインピーダンスは $(9. 3+j8. 8) \Omega$ と変わらないが、f2=2. 4GHzの2倍に相当する4. 8GHzのインピーダンスを比較すると、図15では、 $(7. 8+j1. 4) \Omega$ なのに対し、図16では、 $(0. 0056+j2. 0) \Omega$ と短絡に近い条件になっている。これは、f1=5. 2GHzをスイッチ81で接地することによって、5. 2GHz近傍の周波数に対するインピーダンスが短絡条件に近くなるためである。一般に、高周波増幅器では、増幅する信号の周波数の2倍高調波のインピーダンスが

短絡の条件になると、出力電圧振幅波形が、理想的なサイン波に近づき、増幅器1での余分な電力消費が抑えられるので効率が向上する。

- [0104] 図17に示したのは、図15のスイッチ81, 82, 83すべてをオフにした場合(塗りつぶし)と図16のスイッチ81と83をオンにして接地した場合(白抜き)に対応した $f_2 = 2.4$ GHzの出力電力特性である。スイッチ81と83をオンにした場合は、最大効率が41.7%から47.2%へと5%以上向上している。これは、スイッチ81をオンにして、 $f_1 = 5.2$ GHzの出力端子を接地することによって、図14のA点からみた $f_2 = 2.4$ GHzの2倍に相当する4.8GHzのインピーダンスZLが短絡条件に近くなつたためである。
- [0105] すなわち、図14に示した構成は、不要波を未使用の出力端子に洩らさないという効果に加え、増幅器の効率を向上させるという副次的な効果も期待できる。一般に、図13の形態において、複数の周波数帯域を含む信号の中に、m番目の周波数 f_m の(1.5~2.5)倍に相当する周波数 f_k が含まれているときは、周波数 f_m を増幅しているとき、周波数 f_k の出力端子を接地することによって、周波数 f_m の2倍の高調波に対するインピーダンスが短絡条件に近くなるので、 f_m を増幅しているときの高周波増幅器の効率が向上するという副次的な効果をもたらす。
- [0106] このような効果が期待できるアプリケーションの組み合わせには、無線LANのIEEE 802.11b/g(2.4GHz)に対するIEEE802.11a(4.9~5.8GHz)や、GSM(880~915MHz)に対するDCS(1.71~1.78GHz)、PCS(1.85~1.91GHz)、WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access: 1.92~1.98GHz)などの組み合わせが考えられる。
- [0107] (実施形態6)
- 図18は、図14の高周波増幅器の実施の形態を変えた実施形態6を示す図である。
- [0108] 実施形態6では、周波数帯域 f_1 の出力端子Cは、システムの負荷インピーダンス(例えば50オーム)と同じ特性インピーダンス Z_0 、位相回転 θ_1 相当の長さを持つ伝送線路91を介して、接地スイッチ81が設けられている。このとき、位相回転量 θ_1 は、接地スイッチ81をオンにしたときに、増幅器の出力Aから負荷側をみたインピーダンスZLが、周波数帯域 f_1 において短絡条件になるように調整される。
- [0109] 同様に、周波数帯域 f_2 の出力端子Eは、システムの負荷インピーダンス(例えば50

オーム)と同じ特性インピーダンス Z_0 と位相回転 θ_2 相当の長さを持つ伝送線路92を介して、接地スイッチ82が設けられている。このとき、位相回転量 θ_2 は、接地スイッチ82をオンにしたときに、増幅器の出力Aから負荷側をみたインピーダンス Z_L が、周波数帯域 f_2 において短絡条件になるように調整される。

- [0110] 同様に、周波数帯域 f_3 の出力端子Fは、システムの負荷インピーダンス(例えば50オーム)と同じ特性インピーダンス Z_0 と位相回転 θ_3 相当の長さの伝送線路92を介して、接地スイッチ83が設けられている。このとき、位相回転量 θ_3 は、接地スイッチ83をオンにしたときに、増幅器の出力Aから負荷側をみたインピーダンス Z_L が、周波数帯域 f_3 において短絡条件になるように調整される。
- [0111] このような構成をとることにより、図15～14で示した図14の副次的な効果である2倍高調波短絡条件が、より正確に満たされるので、効果が一層顕著になる。
- [0112] (実施形態7)

図19は、図5の構成を変えた実施形態7を示す図である。

- [0113] 図5では、周波数 f_1 ～ f_3 の分離を低域フィルタ41, 42と高域フィルタ31, 32の組み合わせで行っているが、実施形態7ではこれを能動スイッチで構成している。
- [0114] すなわち、図19に示すように、補助インピーダンス変換回路71, 72, 73の前段に電界効果トランジスタ51, 52, 53を能動スイッチとして用いている。
- [0115] このような構成では、周波数 f_1 を増幅する場合、電界効果トランジスタ51のVg1をオンにし、電界効果トランジスタ52のVg2と電界効果トランジスタ53のVg3とをオフにする。周波数 f_2 を増幅するときは、電界効果トランジスタ52のVg2をオンにし、電界効果トランジスタ51のVg1と電界効果トランジスタ53のVg3とをオフにする。周波数 f_3 を増幅するときは、電界効果トランジスタ53のVg3をオンにし、電界効果トランジスタ51のVg1と電界効果トランジスタ52のVg2とをオフにする。
- [0116] ここでは、能動スイッチである電界効果トランジスタ51, 52, 53にインピーダンスを変換する機能がないため、各電界効果トランジスタ51, 52, 53と出力端子との間に補助インピーダンス変換回路71, 72, 73を設けている。
- [0117] このように、実施形態7では、補助インピーダンス変換回路71, 72, 73の前段に電界効果トランジスタ51, 52, 53を能動スイッチとして用いる構成としたので、上述した

ように、高インピーダンスへの変換と周波数の高さに応じた分岐とを行うことができる。

[0118] なお、実施形態7では、補助インピーダンス変換回路71, 72, 73の前段に電界効果トランジスタ51, 52, 53を能動スイッチとして用いる構成とした場合について説明したが、電界効果トランジスタ51, 52, 53をPINダイオードとしてもよい。

[0119] (実施形態8)

図20は、図4の構成を変えた実施形態8を示す図である。

[0120] 図4においては、増幅器1の出力側に、インピーダンス変換回路21, 22, 23, …、補助インピーダンス変換回路7n、高域フィルタ31, 32, 33, …、低域フィルタ41, 42, 43, …を設けているが、実施形態8ではこれらを増幅器1の入力側にも設けた場合を示している。なお、増幅器1の入力側に設けられたインピーダンス変換回路21, 22, 23, …は、第2のインピーダンス変換手段を構成し、増幅器1の入力側に設けられた高域フィルタ31, 32, 33, …、低域フィルタ41, 42, 43, …は第2の分岐手段を構成している。

[0121] このような構成では、n個の異なる周波数f1, f2, …, fn ($f_1 > f_2 > \dots > f_n$)が、それぞれの入力端子から入力されると、増幅器1の入力側に設けられた各インピーダンス変換回路21, 22, 23, …、補助インピーダンス変換回路7nによってインピーダンス変換された周波数f1, f2, …, fnを含むRF信号が上記同様に、増幅器1によって増幅され、その後、上述したように、高インピーダンスへの変換と周波数の高さに応じた分岐とが最も低い周波数fnまで行われる。

[0122] このように、実施形態8では、増幅器1の入力側に、インピーダンス変換回路21, 22, 23, …、補助インピーダンス変換回路7n、高域フィルタ31, 32, 33, …、低域フィルタ41, 42, 43, …を設けた構成としたので、上記と同様に、高インピーダンスへの変換と周波数の高さに応じた分岐とインピーダンス整合とを行うことができる。

[0123] (実施形態9)

図21は、図4の構成を変えた実施形態9を示す図である。

[0124] 図21に示すように、実施形態9では、異なる3つの周波数f1, f2, f3 ($f_1 > f_2 > f_3$)が入力される場合を示しており、インピーダンス整合回路2の入力側に、増幅器1, 1、インピーダンス整合回路2、インピーダンス変換回路21, 22、高域フィルタ31, 32

、低域フィルタ41, 42、補助インピーダンス変換回路73を設けている。ここで、増幅器1は、第2の増幅器を構成している。

[0125] このような構成では、周波数f1のみがインピーダンス整合回路2によって整合がとられ、さらに増幅器11によって増幅された後、インピーダンス変換回路21にて他の周波数f2, f3と合成されるようになっている。つまり、カスケードに接続された多段の増幅器1, 11の段間に高インピーダンスへの変換と周波数の高さに応じた分岐とを行う上述した回路が組み込まれている。

[0126] ここで、このような構成が有効になる例としては、無線LANと携帯電話との組み合わせが挙げられる。ここでは、たとえば周波数f1, f2, f3を無線LANIEEE802. 11a規格で使用する周波数f1=5GHz帯、IEEE802. 11b/gで使用する周波数f2=2. 4GHz帯、携帯電話DCSで使用する周波数f3=1. 8GHz帯とする。

[0127] 一般に、高い周波数ほど増幅器1段あたりの利得が低いので、増幅段を増やす必要があるが、この例では、周波数f1=5GHz帯の無線LANのみ3段増幅構成とし、周波数f2, f3に対しては2段増幅構成となる。

[0128] このように、実施形態9では、インピーダンス整合回路2の入力側に、点線で囲んで示すように、増幅器1, 11、インピーダンス整合回路2、インピーダンス変換回路21, 22、高域フィルタ31, 32、低域フィルタ41, 42、補助インピーダンス変換回路73を設けた構成としたので、たとえば5GHzでは、所望の利得が得られるとともに、低い周波数で不必要に高い利得にならざるを得なくなることなく、安定した増幅動作が得られる。なお、増幅器1, 11を設置する位置や数は、この例に限らず、アプリケーションによって最適な利得が得られるようすることで、適宜変更可能である。

[0129] (実施形態10)

図22は、図4の構成を変えた実施形態10を示す図である。

[0130] 実施形態10では、出力パワーに合わせて増幅器の大きさと段数を変えるようにしておき、図22に示すように、インピーダンス変換回路21の出力側に増幅器11、補助増幅器13、補助インピーダンス変換回路71, 72, 73が組み込まれている。

[0131] このような構成では、異なる3つの周波数f1, f2, f3($f_1 > f_2 > f_3$)を含むRF信号が増幅器11によって増幅された後、上述したように、高インピーダンスへの変換と周

波数の高さに応じた分岐とが行われる。

- [0132] ここで、それぞれの周波数 f_1 , f_2 , f_3 は、補助インピーダンス変換回路71, 72, 73を通して50オームに変換され、それぞれの出力端子から出力される。ただし、周波数 f_3 のみについては補助増幅器13でさらに増幅している。
- [0133] このような、構成が有効になる例としては、無線LANと携帯電話との組み合わせが挙げられる。ここでは、周波数 f_1 , f_2 をIEEE802. 11a/b/g規格の無線LAN信号とし、周波数 f_3 をGSM規格の携帯電話信号とする。
- [0134] 前者では、増幅器11に必要とされる出力パワーは、0. 3ワット程度であるのに対し、GSM規格の携帯電話での増幅器11に必要とされる出力パワーは、その約10倍の2~3ワットである。両者を同じ増幅器11で増幅しようとすると、小さいパワーを出力する際の増幅器11の効率が悪くなる。
- [0135] そこで、実施形態10のように、高インピーダンスへの変換と周波数の高さに応じた分岐とが行われる構成をとることにより、各アプリケーションにおいては最適な補助増幅器13の大きさが選択されることになり、それぞれの周波数 f_1 , f_2 , f_3 に対して高い効率を得ることができる。
- [0136] このように、実施形態10では、出力パワーに合わせて増幅器の大きさと段数を変えるようにしたので、各アプリケーションにおいては最適な補助増幅器13の大きさが選択されることになり、それぞれの周波数 f_1 , f_2 , f_3 に対して高い効率を得ることができる。なお、補助増幅器13を設置する位置や数は、この例に限らず、アプリケーションによって最適な出力パワーが得られるように適宜変更可能である。
- [0137] なお、実施形態8, 6では、増幅器1の出力側に加え、その入力側にも、インピーダンス変換回路21, 22, 23, …、補助インピーダンス変換回路73, 7n、高域フィルタ31, 32, 33, …、低域フィルタ41, 42, 43, …等を設けた構成とした場合について説明したが、これらの例に限らず、増幅器1の入力側にのみ、インピーダンス変換回路21, 22, 23, …、補助インピーダンス変換回路73, 7n、高域フィルタ31, 32, 33, …、低域フィルタ41, 42, 43, …等を設け、複数の周波数($f_1 > f_2 > \dots > f_m > \dots > f_n$)を含むRF信号を増幅器1で増幅した後、单一の出力端子から取り出すような構成としてもよい。

請求の範囲

- [1] 入力された複数の異なる周波数帯域を含む信号を増幅する第1の増幅手段と、前記増幅された複数の周波数帯域の信号のうち最も高い周波数帯域の信号とそれ以外の周波数帯域を含む信号とを分岐する複数の第1の分岐手段と、前記分岐された最も高い周波数帯域の信号を出力端子の負荷インピーダンスに変換する複数の第1のインピーダンス変換手段とを備え、前記周波数帯域の高さに応じた分岐と前記負荷インピーダンスへの変換とが、最も高い周波数帯域から最も低い周波数帯域に順に行われることを特徴とする高周波増幅器。
- [2] 入力された複数の異なる周波数帯域を含む信号を増幅する第2の増幅手段と、前記入力された複数の周波数帯域の信号のうち最も高い周波数帯域の信号とそれ以外の周波数帯域を含む信号とを分岐する複数の第2の分岐手段と、前記分岐された最も高い周波数帯域の信号を入力端子の信号源インピーダンスに変換する複数の第2のインピーダンス変換手段とを備え、前記周波数帯域の高さに応じた分岐と前記信号源インピーダンスへの変換とが、最も高い周波数帯域から最も低い周波数帯域に順に行われることを特徴とする請求項1に記載の高周波増幅器。
- [3] 入力された複数の異なる周波数帯域を含む信号を増幅する第2の増幅手段と、前記入力された複数の周波数帯域の信号のうち最も高い周波数帯域の信号とそれ以外の周波数帯域を含む信号とを分岐する複数の第2の分岐手段と、前記分岐された最も高い周波数帯域の信号を入力端子の信号源インピーダンスに変換する複数の第2のインピーダンス変換手段とを備え、前記周波数帯域の高さに応じた分岐と前記信号源インピーダンスへの変換とが、最も高い周波数帯域から最も低い周波数帯域に順に行われることを特徴とする高周波増幅器。
- [4] 前記複数の異なる周波数帯域の数は、3以上であることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか一項に記載の高周波増幅器。
- [5] 前記第1の増幅手段及び第2の増幅手段はカスケード接続され、前記第1の増幅

手段と第2の増幅手段との間に、前記第1の分岐手段及び第1のインピーダンス変換手段が設けられていることを特徴とする請求項2に記載の高周波増幅器。

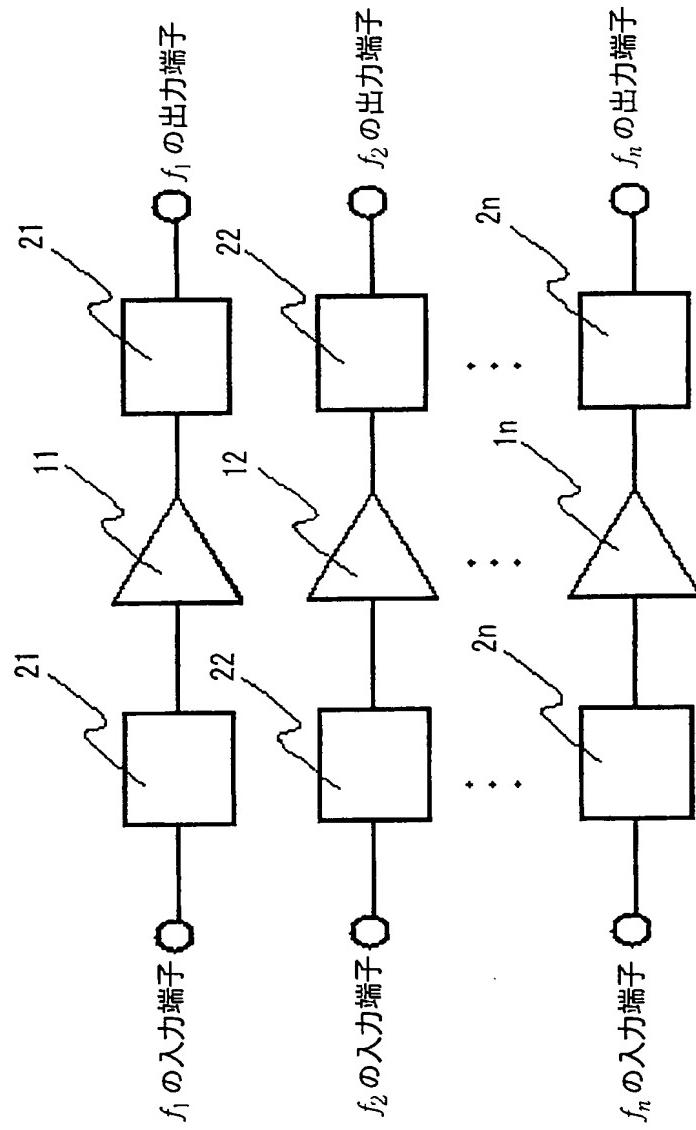
- [6] 前記第1の増幅手段及び第2の増幅手段はカスケード接続され、前記第1の増幅手段と第2の増幅手段との間に、前記第2の分岐手段及び第2のインピーダンス変換手段が設けられていることを特徴とする請求項2に記載の高周波増幅器。
- [7] 前記第1の分岐手段と出力端子との間に、少なくとも一つの補助増幅器が設けられていることを特徴とする請求項1、請求項2、請求項5、請求項6のいずれか一項に記載の高周波増幅器。
- [8] 前記第2の分岐手段と入力端子との間に、少なくとも一つの補助増幅器が設けられていることを特徴とする請求項2、請求項3、請求項5、請求項6のいずれか一項に記載の高周波増幅器。
- [9] 前記第1のインピーダンス変換手段は、少なくとも2つ以上の周波数帯域の信号に対して共通に高インピーダンスへの変換を行うことを特徴とする請求項1、請求項2、請求項5乃至請求項7のいずれか一項に記載の高周波増幅器。
- [10] 前記第2のインピーダンス変換手段は、少なくとも2つ以上の周波数帯域の信号に対して共通に高インピーダンスへの変換を行うことを特徴とする請求項2、請求項3、請求項5乃至請求項8のいずれか一項に記載の高周波増幅器。
- [11] 前記第1の分岐手段と出力端子との間に、補助インピーダンス変換回路が設けられていることを特徴とする請求項1、請求項2、請求項5乃至請求項7、請求項9のいずれか一項に記載の高周波増幅器。
- [12] 前記第2の分岐手段と入力端子との間に、補助インピーダンス変換回路が設けられていることを特徴とする請求項2、請求項3、請求項5乃至請求項8、請求項10のいずれか一項に記載の高周波増幅器。
- [13] 前記第1の分岐手段は、高域フィルタと低域フィルタとからなることを特徴とする請求項1、請求項2、請求項5乃至請求項7、請求項9、請求項11のいずれか一項に記載の高周波増幅器。
- [14] 前記第2の分岐手段は、高域フィルタと低域フィルタとからなることを特徴とする請求項2、請求項3、請求項5乃至請求項8、請求項10、請求項12のいずれか一項に

記載の高周波増幅器。

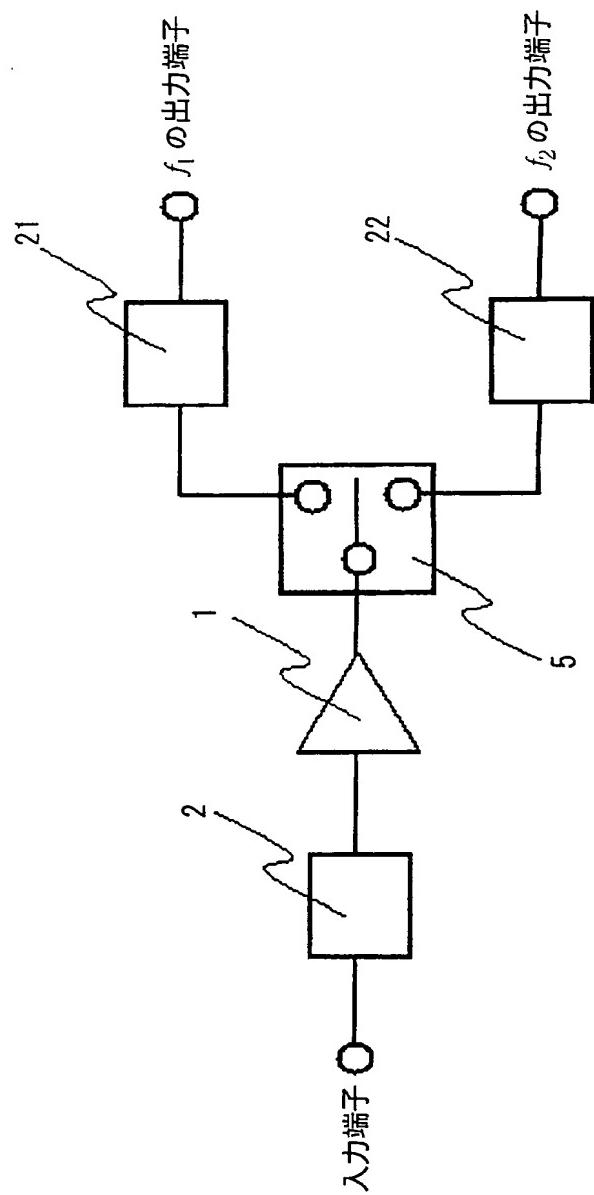
- [15] 前記低域フィルタの少なくとも一つは、対となる高域フィルタで分岐した高い周波数帯域の信号に対して、選択的にインピーダンスを高くする構成とされていることを特徴とする請求項13又は請求項14に記載の高周波増幅器。
- [16] 前記高域フィルタの少なくとも一つは、対となる低域フィルタで分岐した信号の中で最も高い周波数域の信号に対し選択的に接地する構成とされていることを特徴とする請求項13又は請求項14に記載の高周波増幅器。
- [17] 前記第1の分岐手段は、電界効果トランジスタを用いたスイッチで構成されていることを特徴とする請求項1、請求項2、請求項5乃至請求項7、請求項9、請求項11のいずれか一項に記載の高周波増幅器。
- [18] 前記第2の分岐手段は、電界効果トランジスタを用いたスイッチで構成されていることを特徴とする請求項2、請求項3、請求項5乃至請求項8、請求項10、請求項12のいずれか一項に記載の高周波増幅器。
- [19] 前記第1の分岐手段は、PINダイオードを用いたスイッチで構成されていることを特徴とする請求項1、請求項2、請求項5乃至請求項7、請求項9、請求項11のいずれかに記載の高周波増幅器。
- [20] 前記第2の分岐手段は、PINダイオードを用いたスイッチで構成されていることを特徴とする請求項2、請求項3、請求項5乃至請求項8、請求項10、請求項12のいずれか一項に記載の高周波増幅器。
- [21] 前記周波数帯域に対応した出力端子とグランドの間にスイッチが設けられており、ある周波数帯域の信号が増幅され、出力端子から負荷側に伝達されているときは、それ以外の周波数帯域に対応する出力端子のうち少なくともひとつは、スイッチによって接地する接地手段を有することを特徴とする請求項1、請求項2、請求項4乃至請求項20のいずれか一項に記載の高周波増幅器。
- [22] 前記接地手段は、電界効果トランジスタを用いたスイッチで構成されていることを特徴とする請求項21に記載の高周波増幅器。
- [23] 前記接地手段は、PINダイオードを用いたスイッチで構成されていることを特徴とする請求項21に記載の高周波増幅器。

- [24] 前記複数の異なる周波数帯域の信号が、第1の周波数帯と第1の周波数帯の1.5乃至2.5倍の範囲に含まれる第2の周波数帯の信号を含んでいるとき、増幅された前記第1の周波数帯の信号が出力端子から負荷側に伝達されているときは、前記第2の周波数帯の出力端子を前記接地手段で接地することを特徴とする請求項21に記載の高周波増幅器。
- [25] 前記周波数帯域に対応した出力端子は、負荷インピーダンスと同じ特性インピーダンスを持つ伝送線路を介してグランドとの間にスイッチが設けられており、該伝送線路の長さは、スイッチがオンしてグランドに接続されているとき、第1の増幅手段の出力端から負荷側をみたインピーダンスが、該周波数帯域において短絡条件になるように決められることを特徴とする請求項21乃至請求項24のいずれか一項に記載の高周波増幅器。

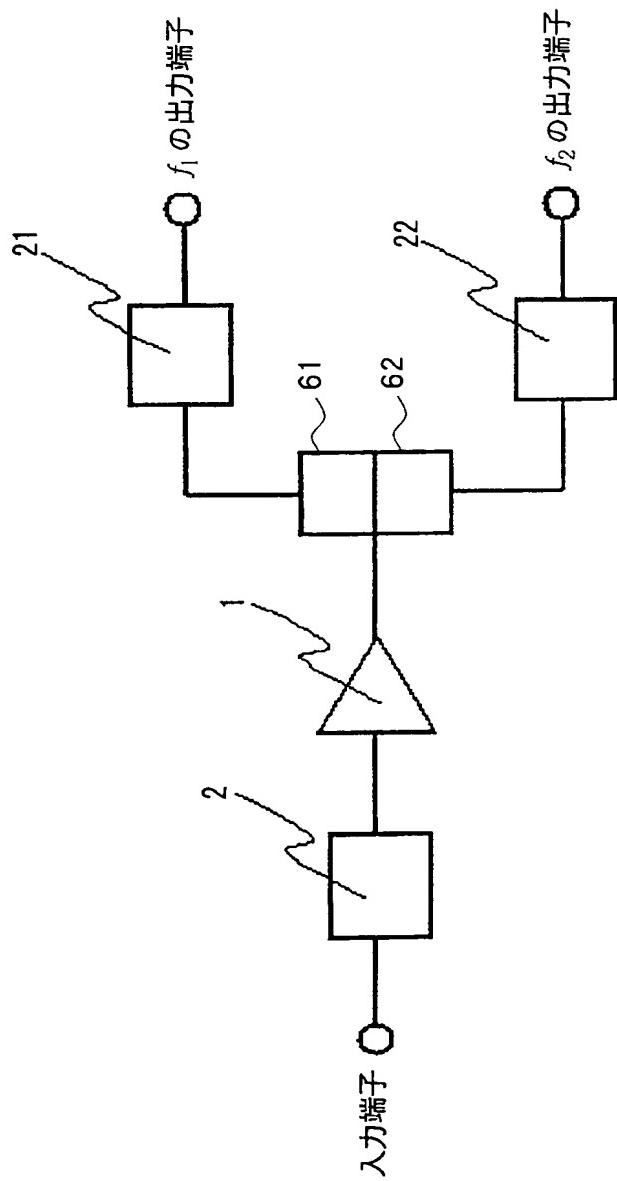
[図1]



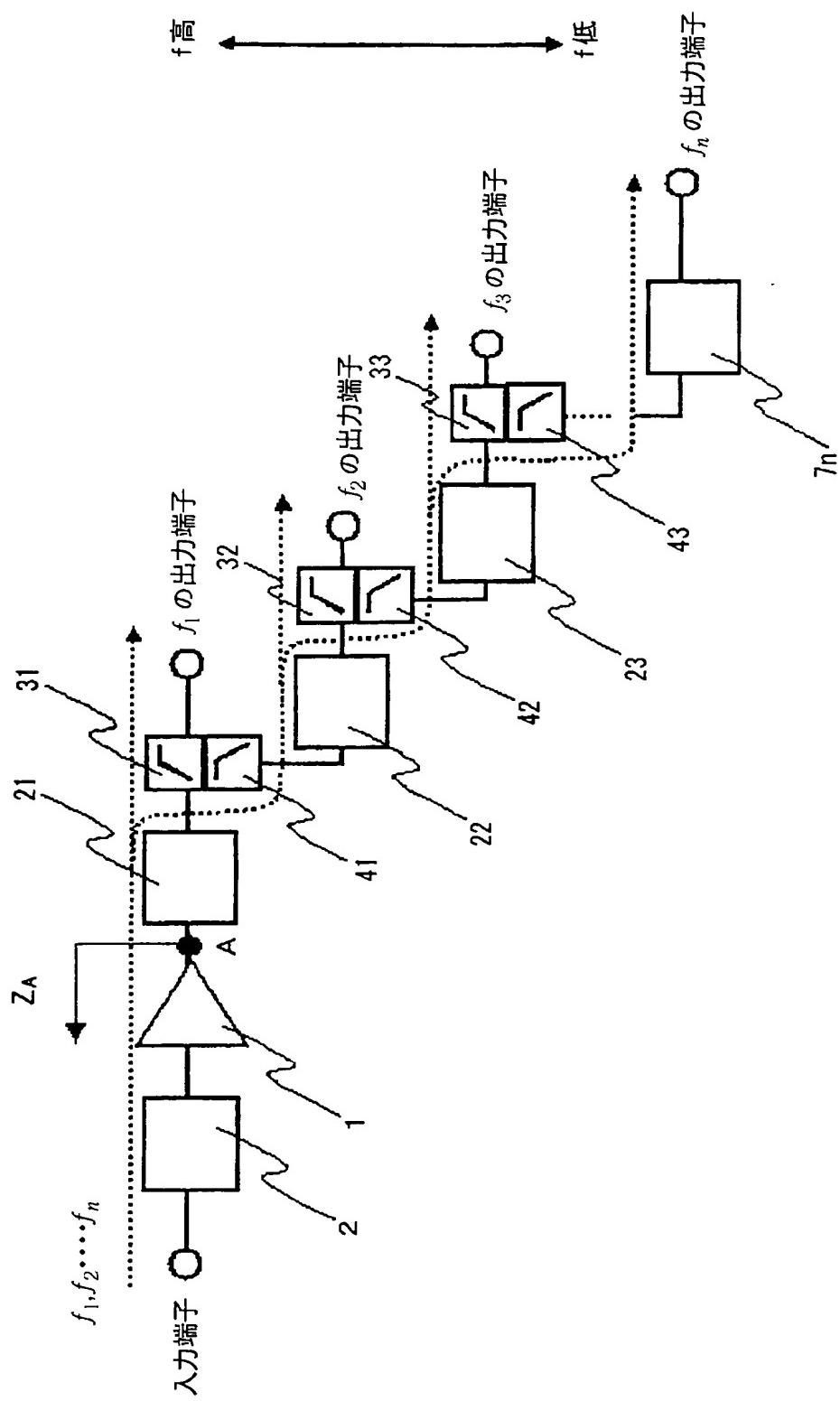
[図2]



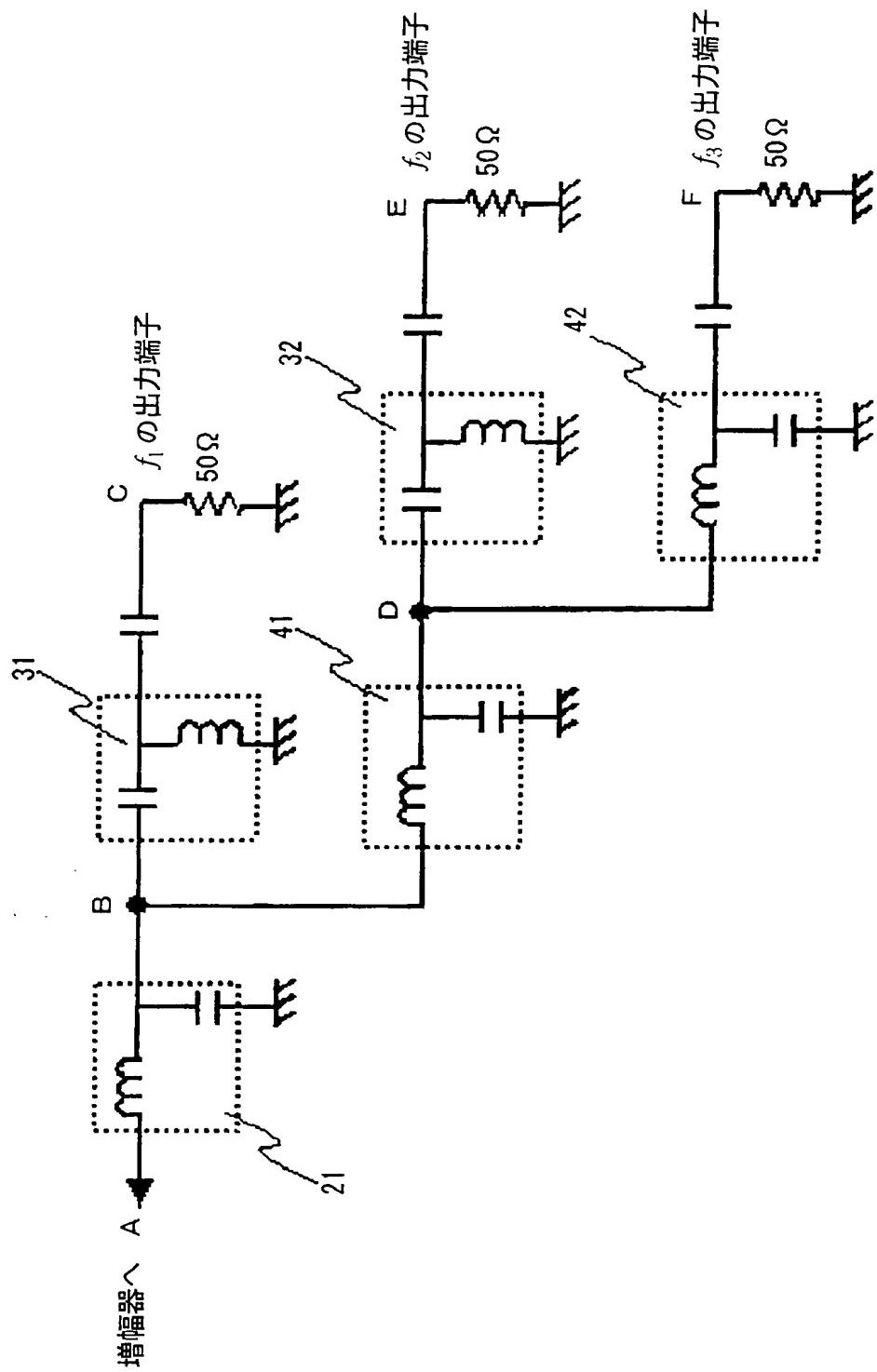
[図3]



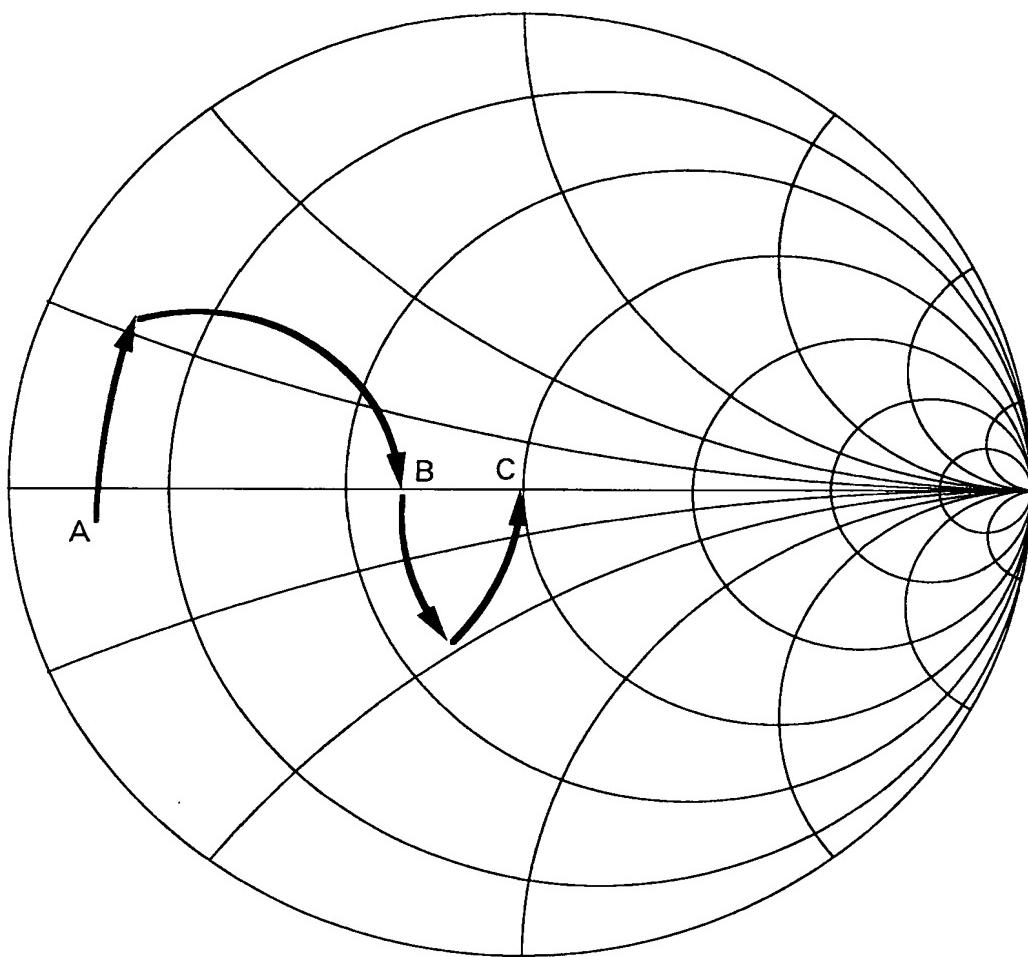
[図4]



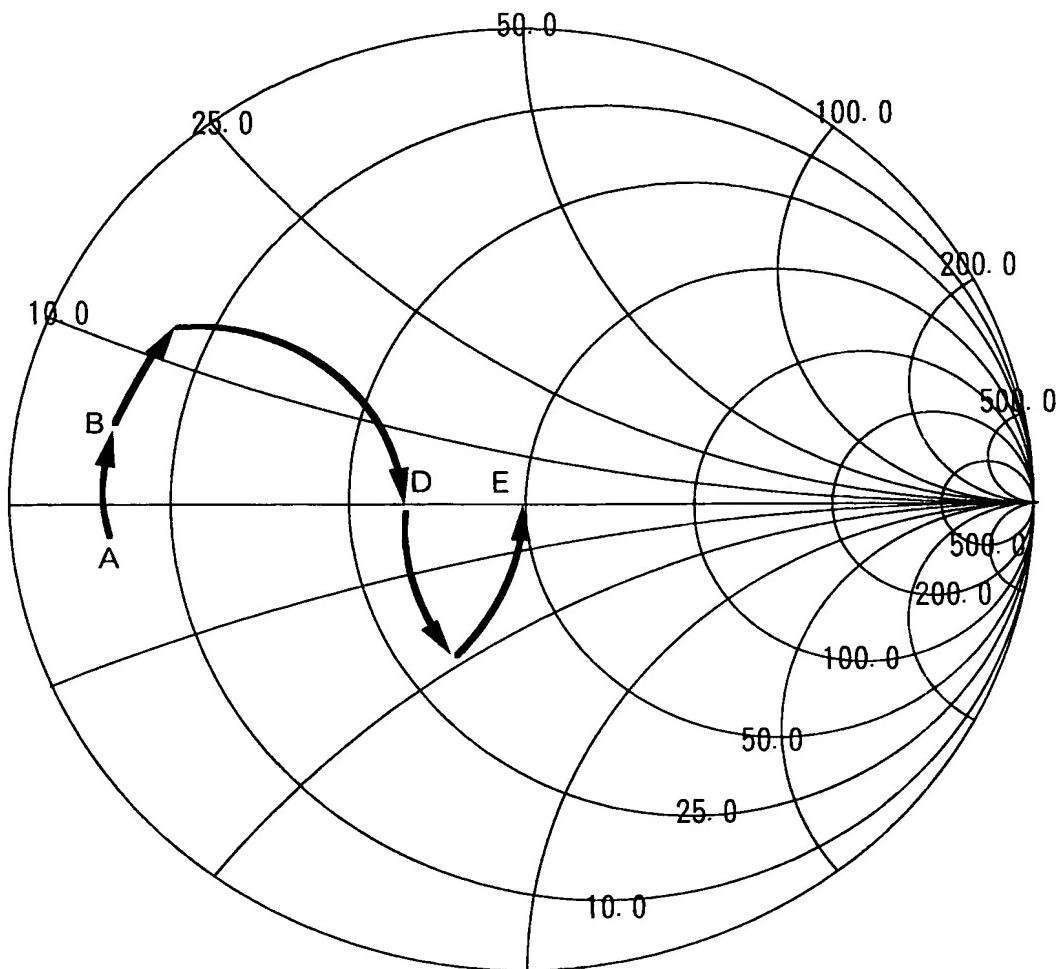
[図5]



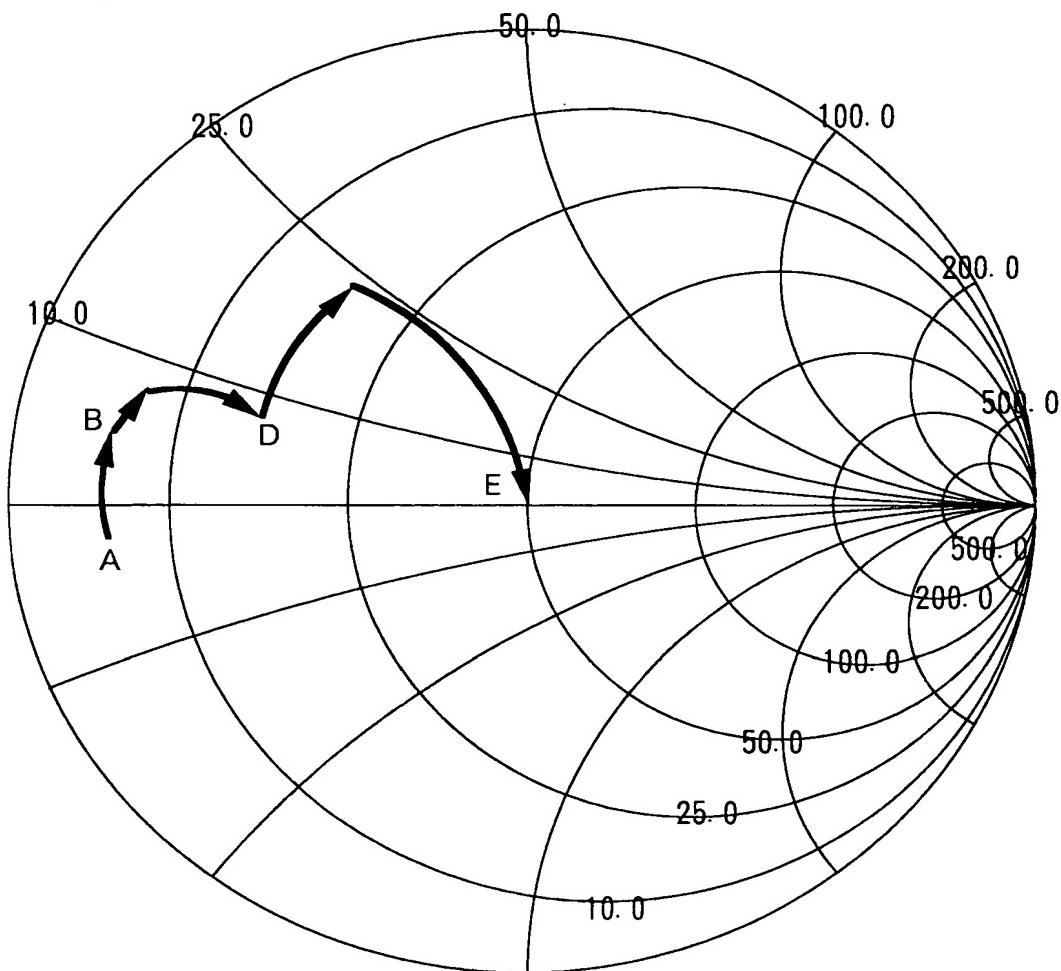
[図6]



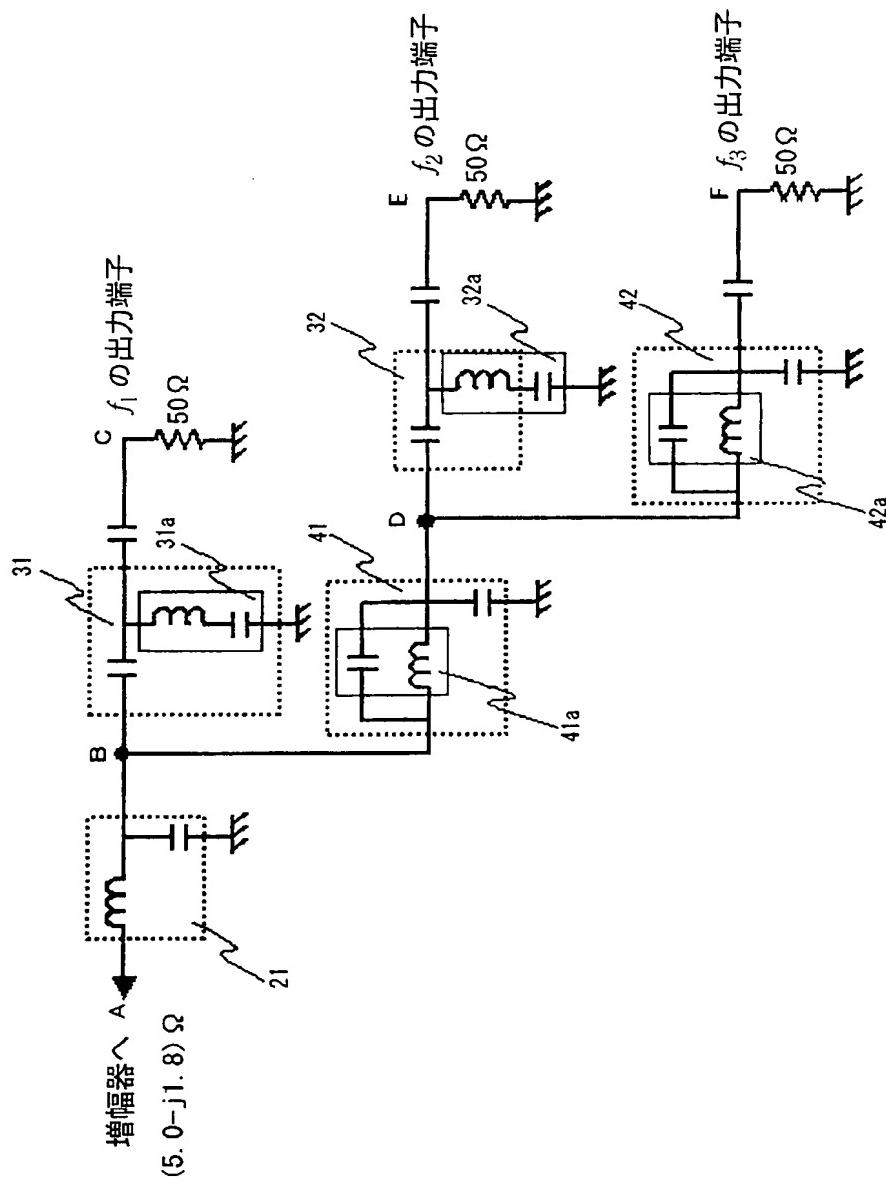
[図7]



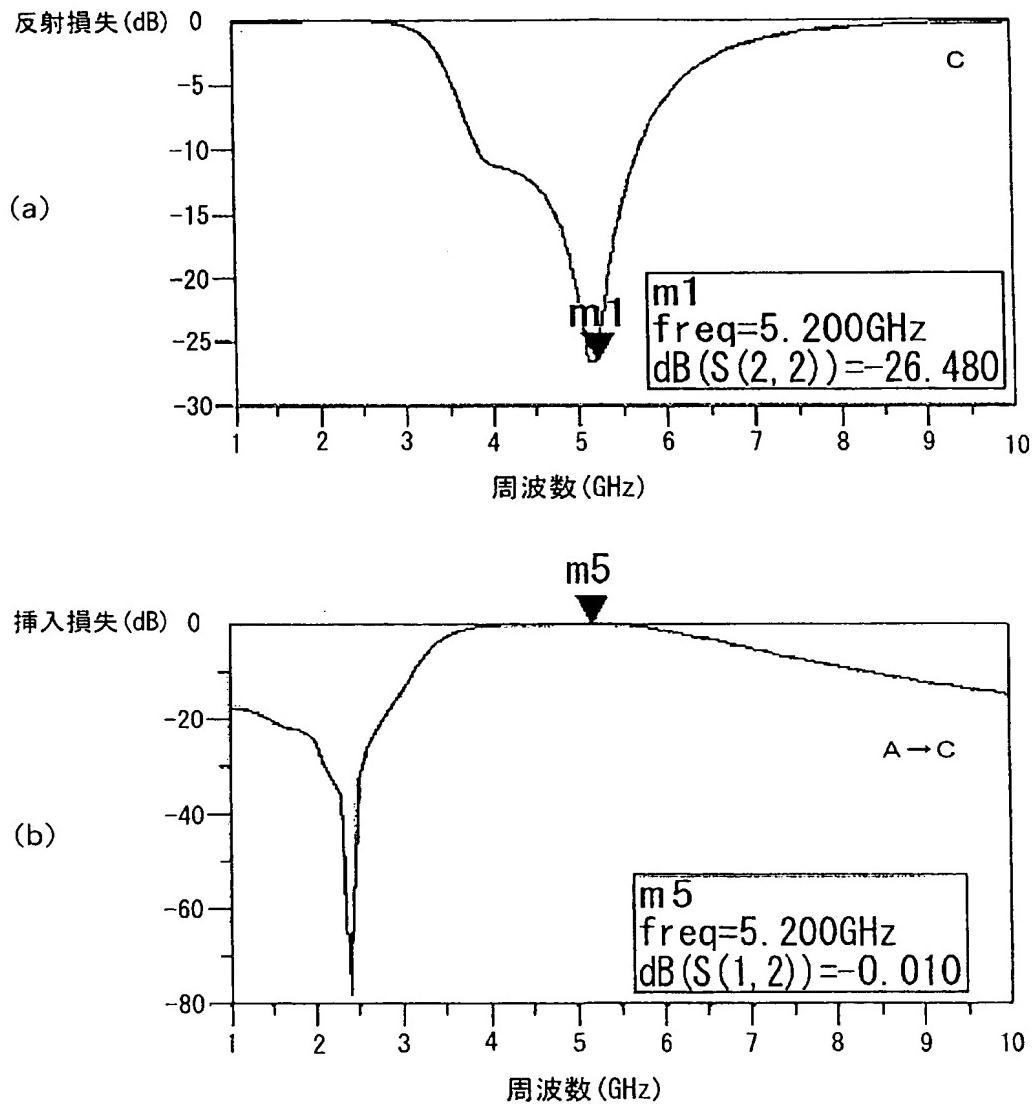
[図8]



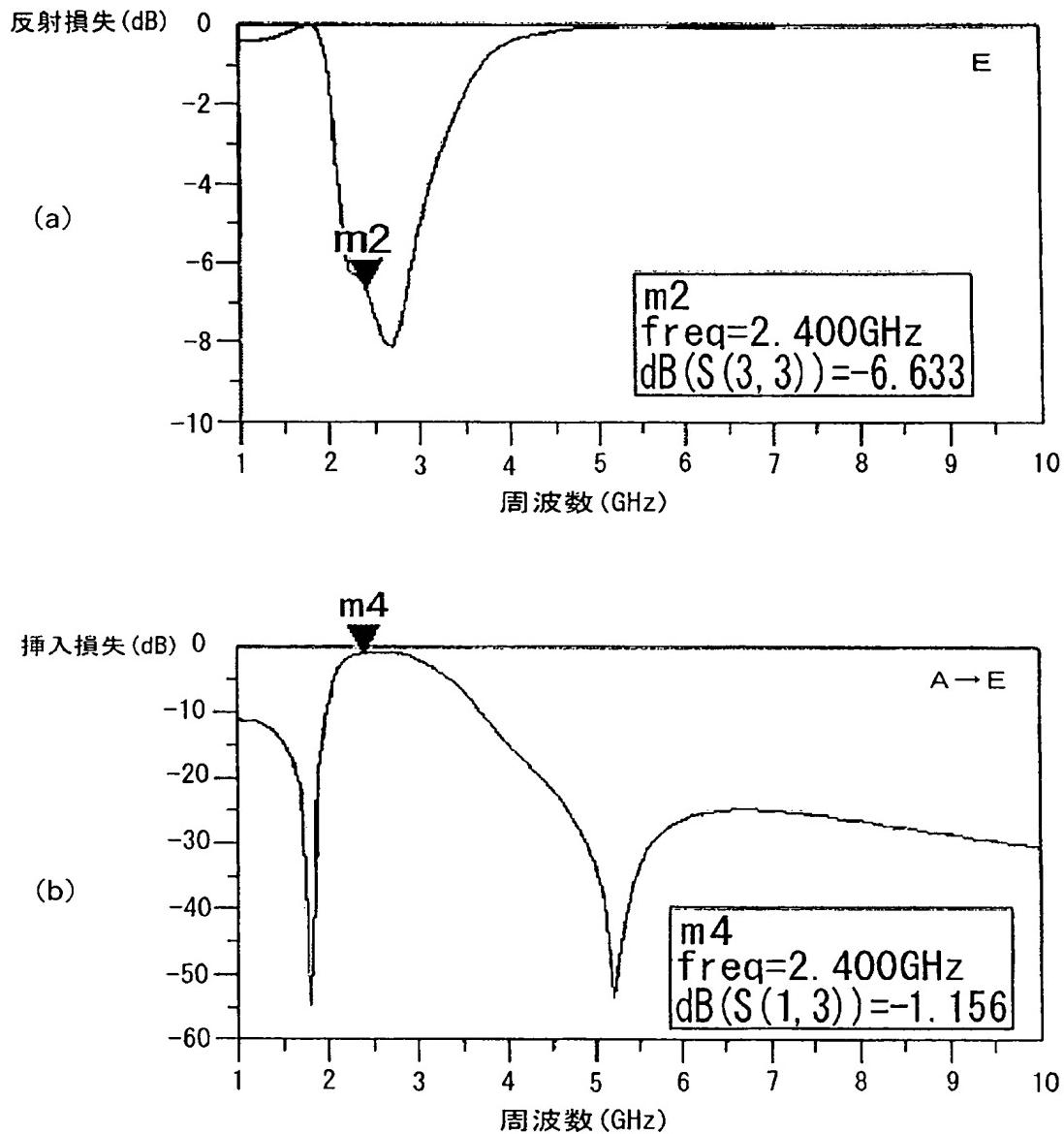
[図9]



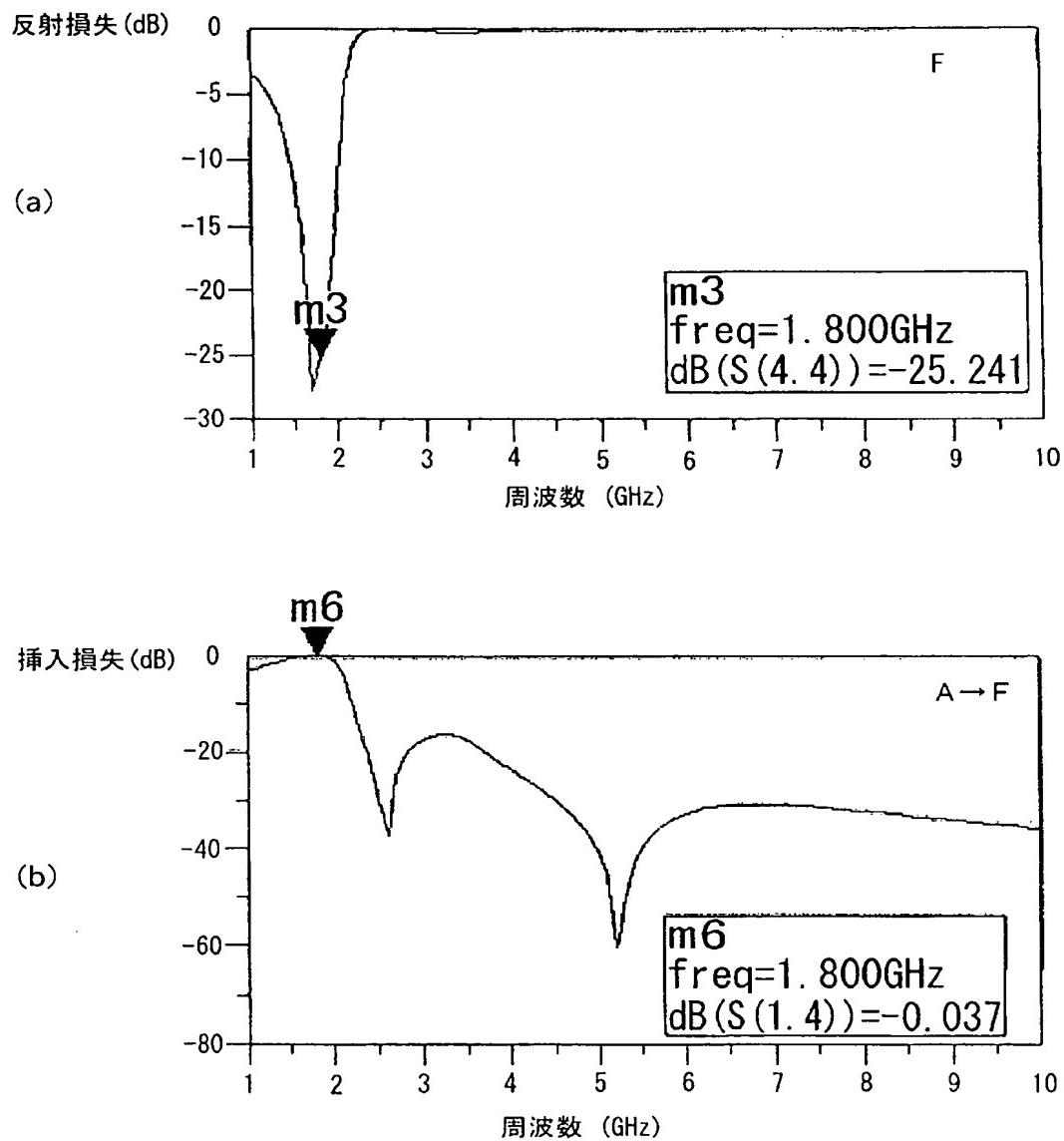
[図10]



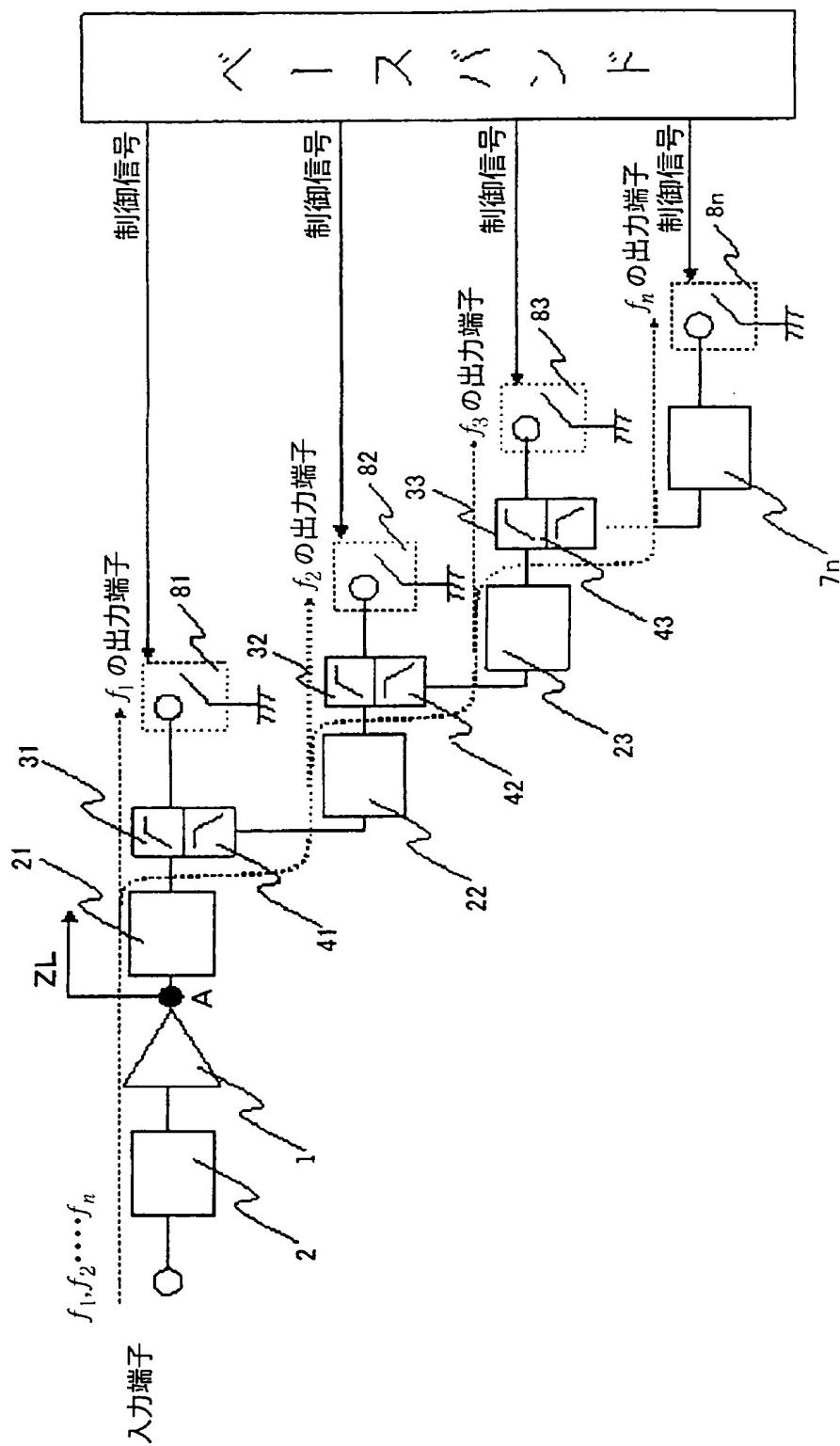
[図11]



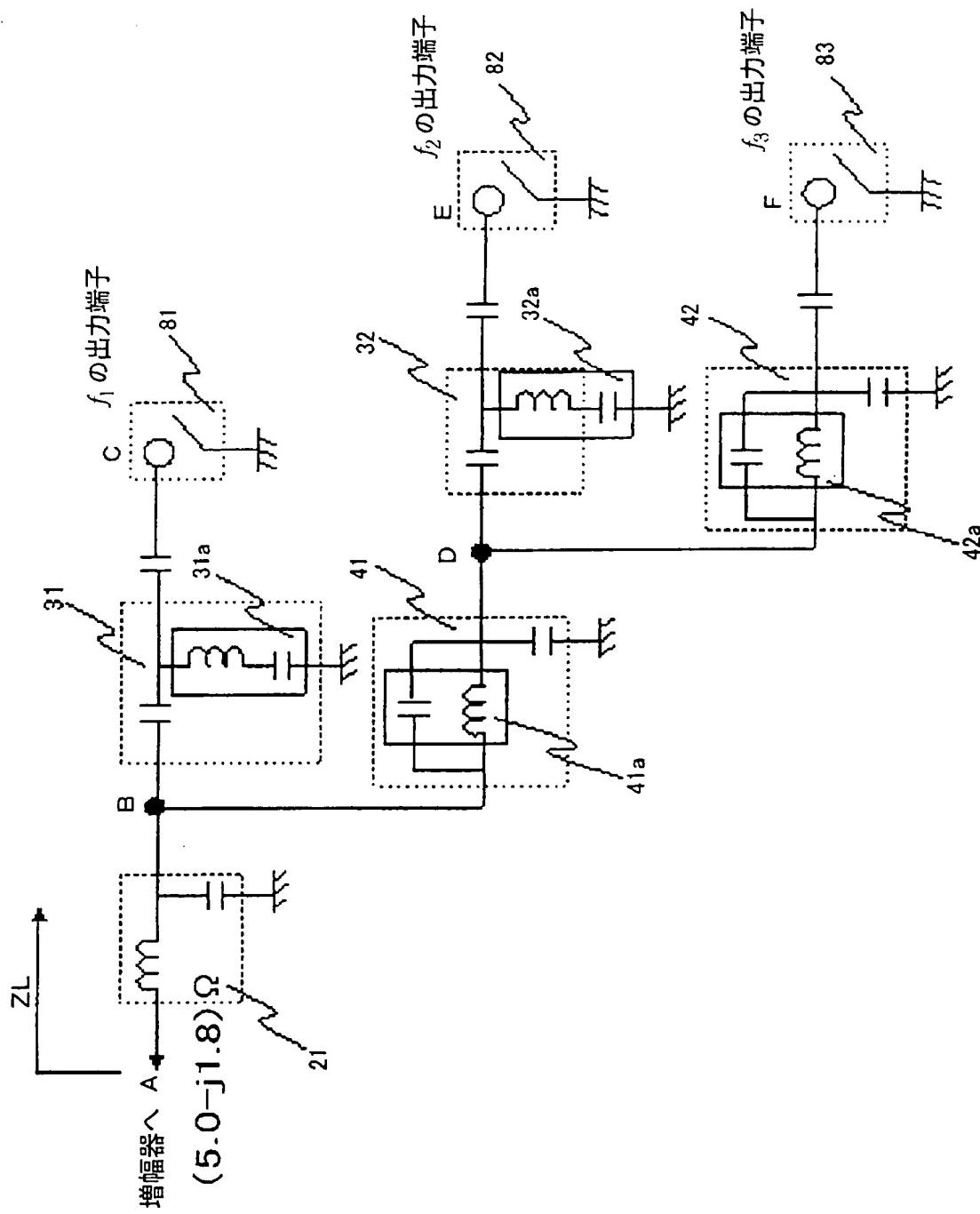
[図12]



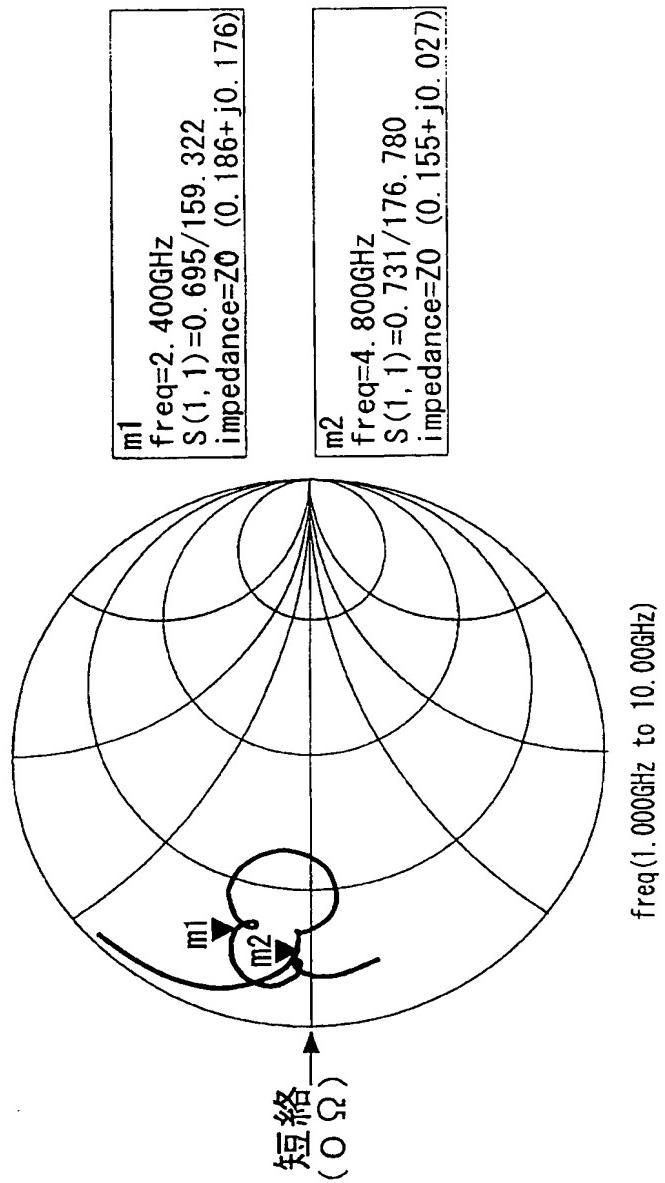
[図13]



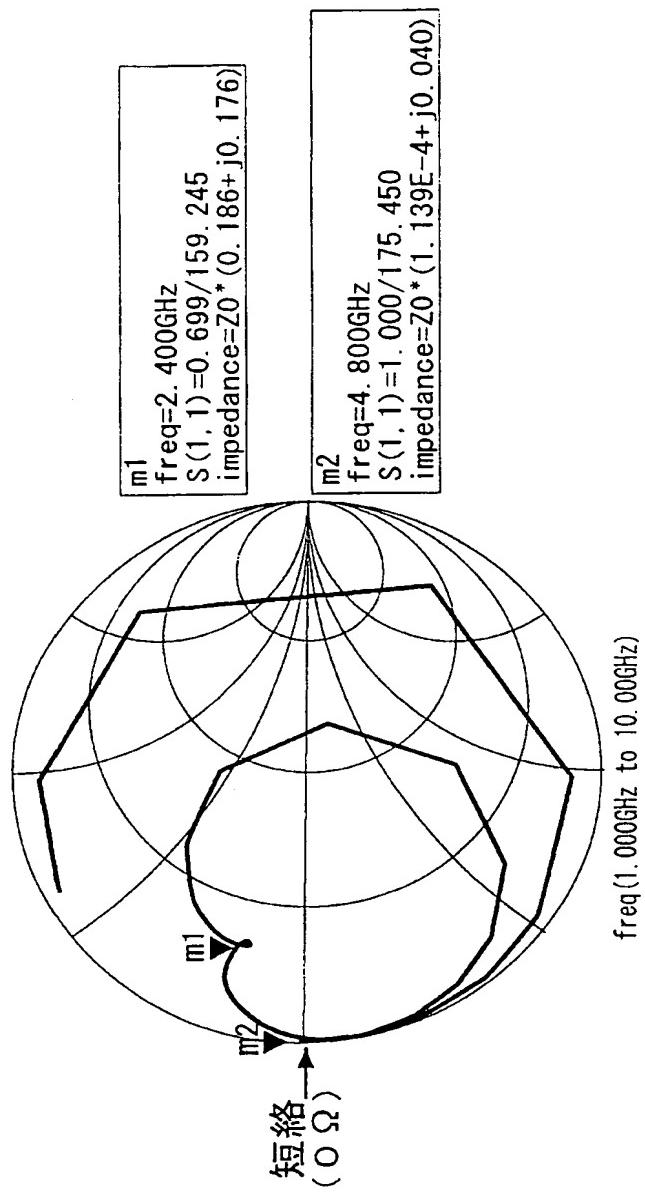
[図14]



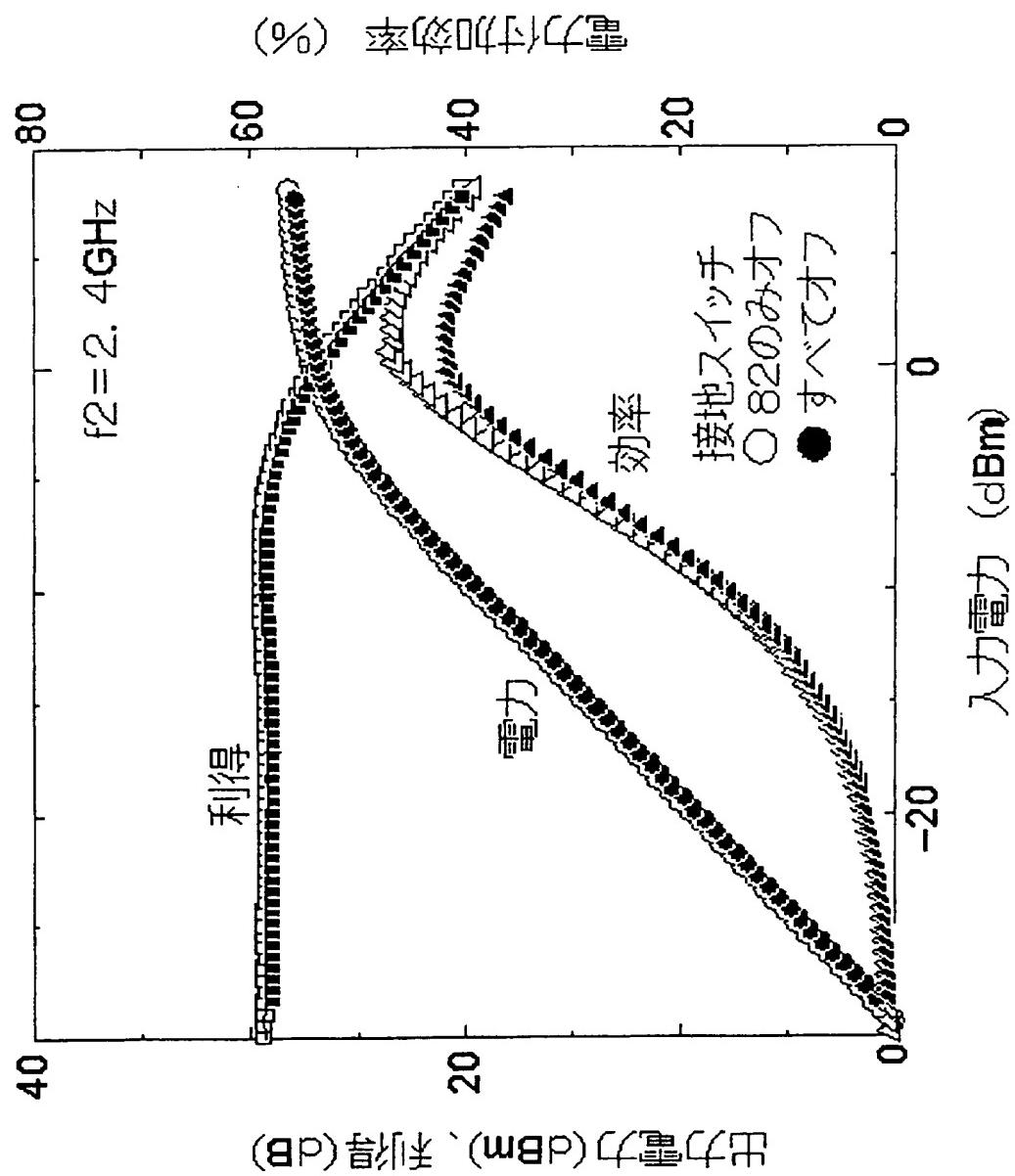
[図15]



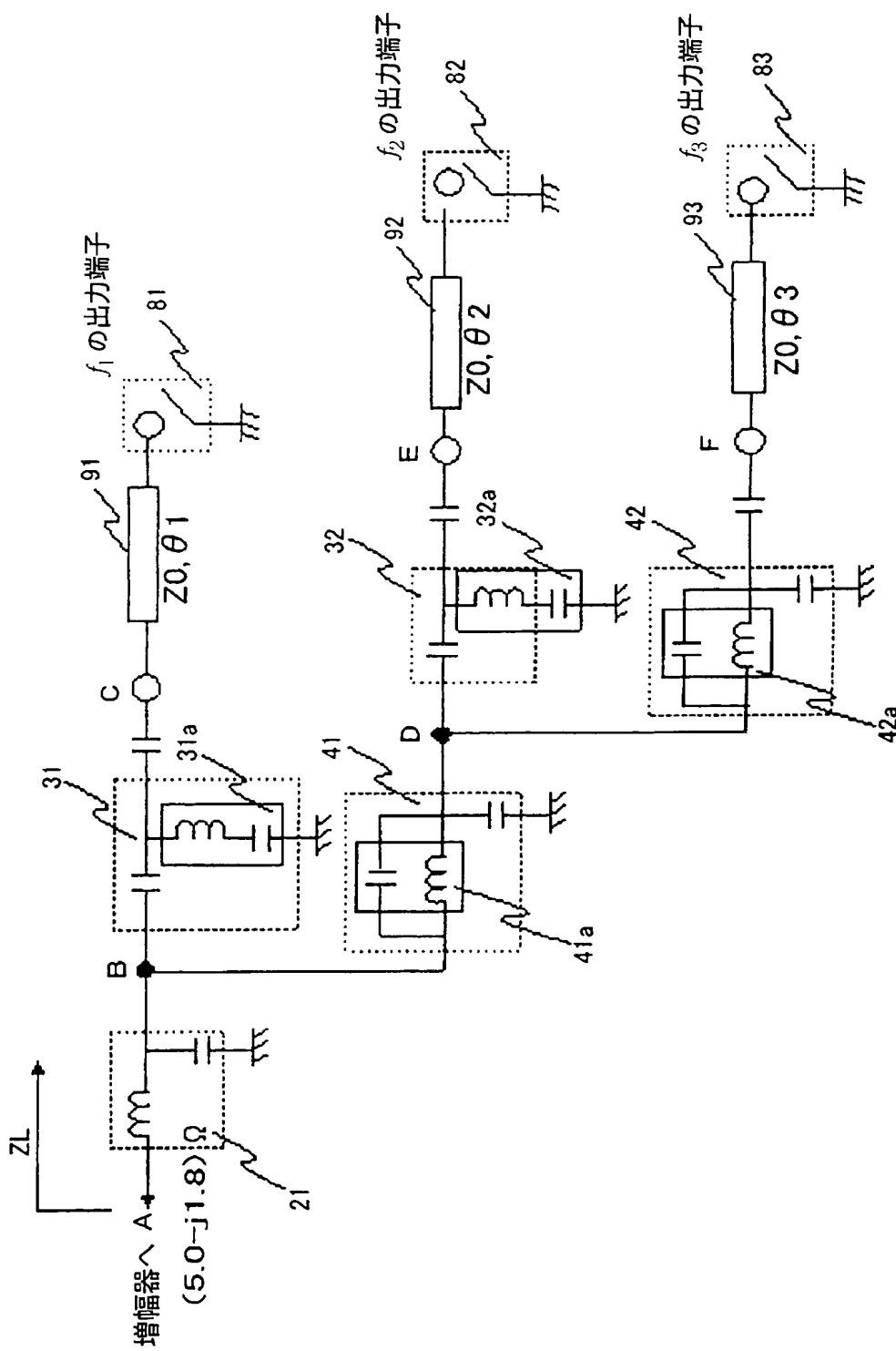
[図16]



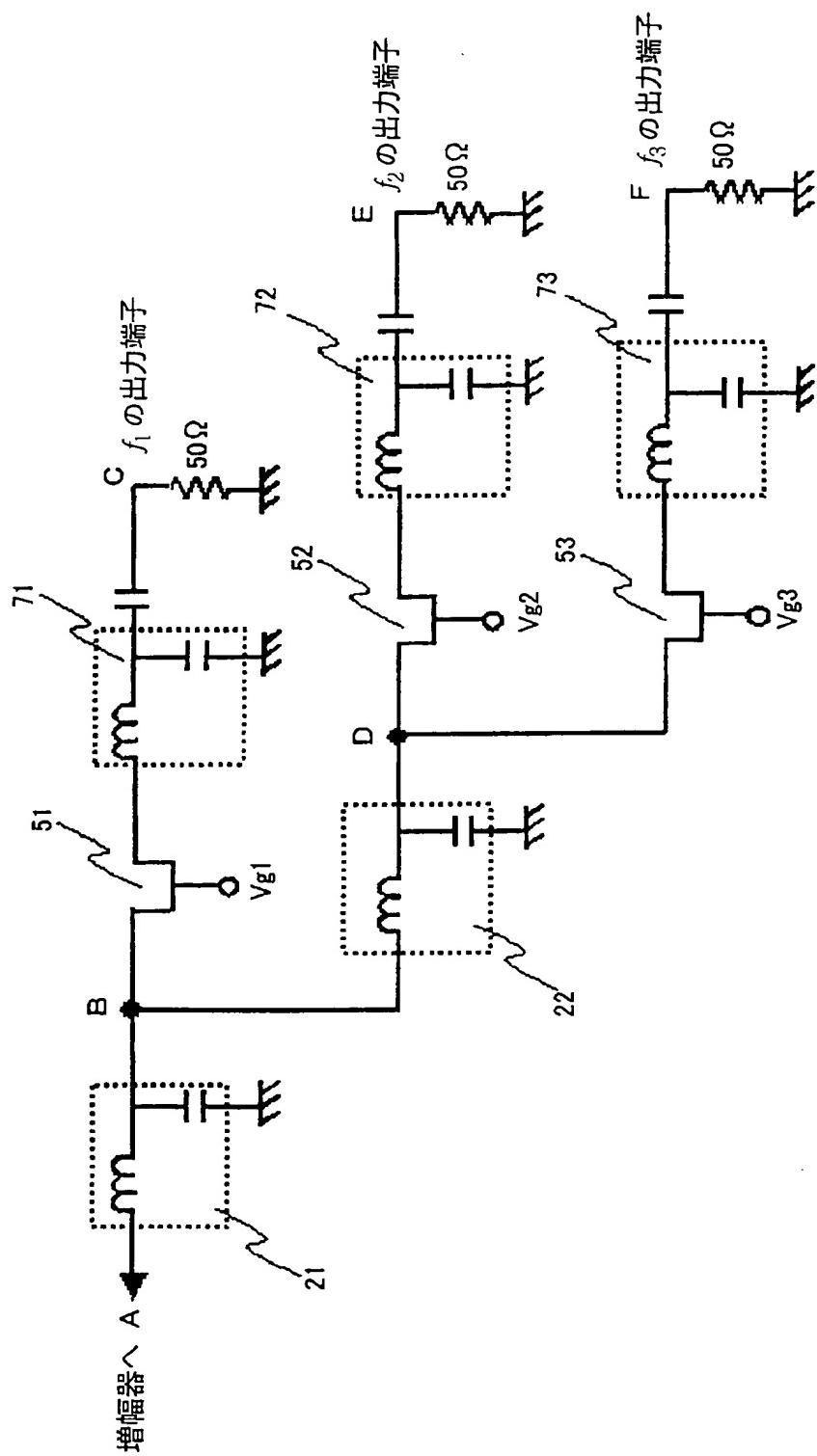
[図17]



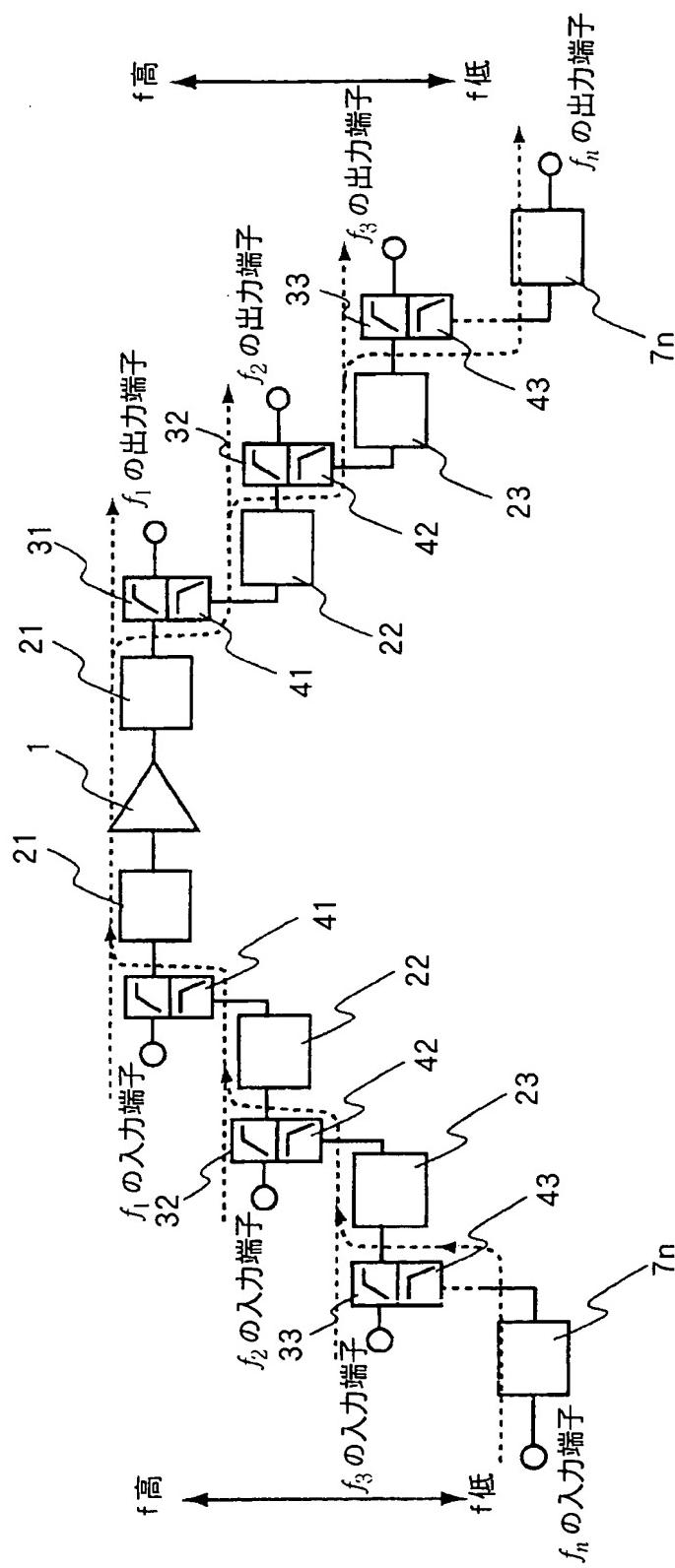
[図18]



[図19]

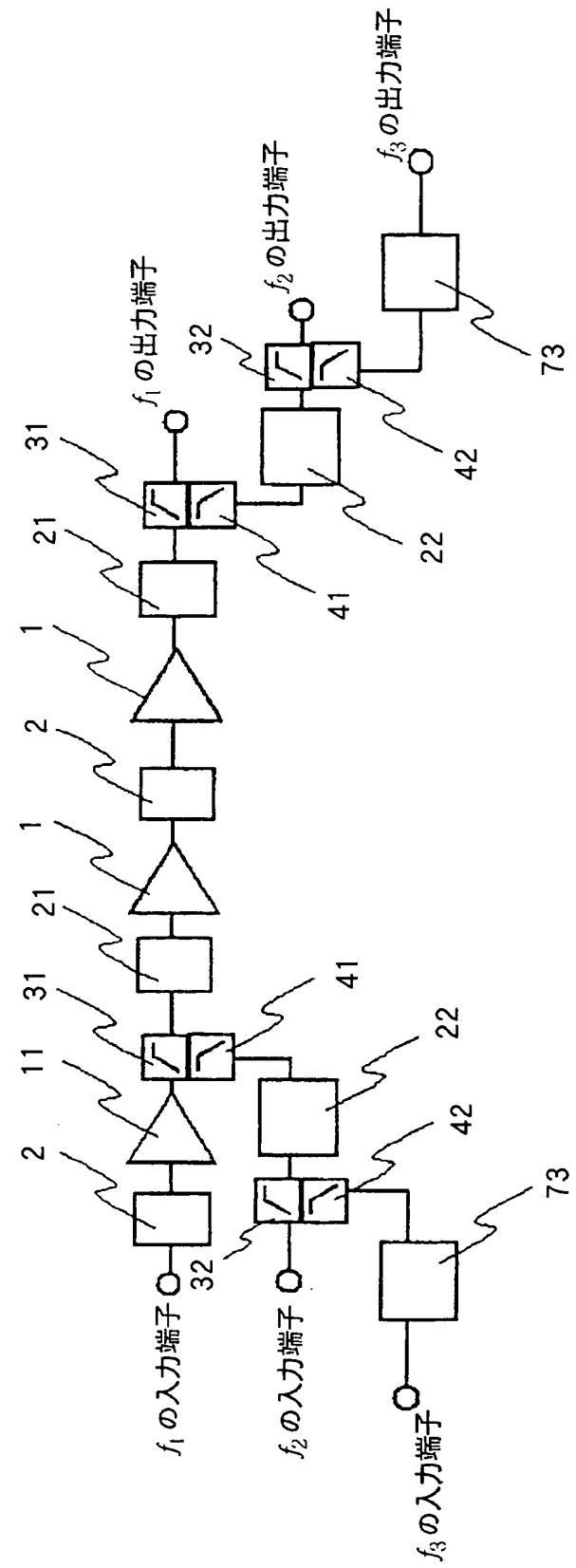


[図20]

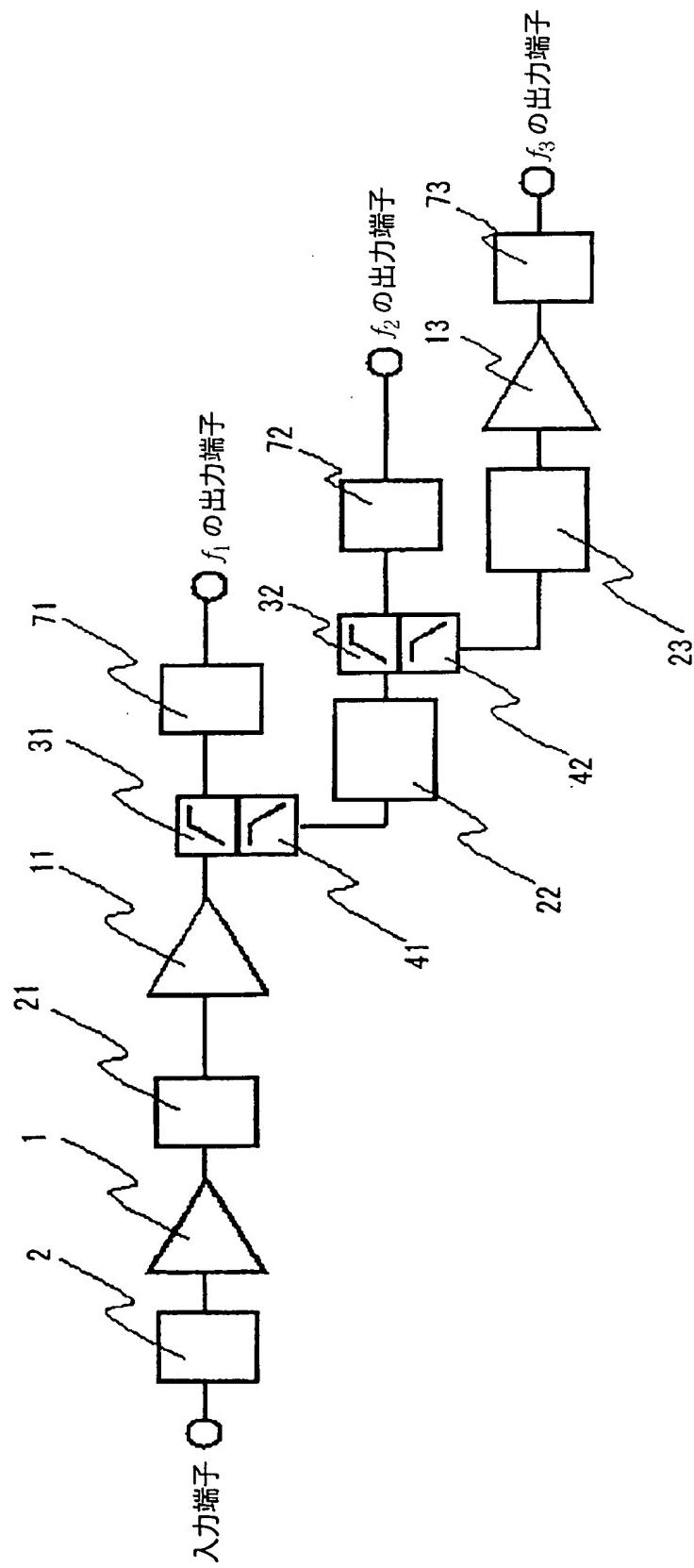


[図21]

【図 21】



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/016864

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H03F3/193, H03F1/02, H04B1/50

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H03F3/193, H03F1/02, H04B1/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-97946 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 09 April, 1999 (09.04.99), (Family: none)	1-25
Y	JP 2002-141764 A (Hitachi Metals, Ltd.), 17 May, 2002 (17.05.02), (Family: none)	1-25
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 43041/1986 (Laid-open No. 155536/1987) (Iwatsu Electric Co., Ltd.), 02 October, 1987 (02.10.87), (Family: none)	7-8

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25 February, 2005 (25.02.05)Date of mailing of the international search report
15 March, 2005 (15.03.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/016864

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-115736 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 18 April, 2003 (18.04.03), Fig. 2 (Family: none)	15,16
Y	JP 2003-168996 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 13 June, 2003 (13.04.03), (Family: none)	17,18,21,22, 24
Y	JP 2003-204284 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 18 July, 2003 (18.07.03), Fig. 2 & US 2003/0092398 A1	19,20
Y	JP 2003-198418 A (Kyocera Corp.), 11 July, 2003 (11.07.03), (Family: none)	23,25

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int. C1' H03F3/193 H03F1/02
 H04B1/50

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
 Int. C1' H03F3/193 H03F1/02
 H04B1/50

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 11-97946 A (松下電器産業株式会社) 1999. 04. 09 (ファミリーなし)	1-25
Y	JP 2002-141764 A (日立金属株式会社) 2002. 05. 17 (ファミリーなし)	1-25

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25. 02. 2005

国際調査報告の発送日 15. 3. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

佐藤 敬介

5W 9196

電話番号 03-3581-1101 内線 3575

C (続き) . 関連すると認められる文献		関連する 請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
Y	日本国実用新案登録出願 61-43041号 (日本国実用新案登録出願公開 62-155536号) の願書に添付した明細書および図面の内容を撮影したマイクロフィルム (岩崎通信機株式会社) 1987. 10. 02 (ファミリーなし)	7-8
Y	J P 2003-115736 A (株式会社村田製作所) 2003. 04. 18 第2図 (ファミリーなし)	15, 16
Y	J P 2003-168996 A (松下電器産業株式会社) 2003. 06. 13 (ファミリーなし)	17, 18, 21, 22, 24
Y	J P 2003-204284 A (松下電器産業株式会社) 2003. 07. 18 第2図 & U S 2003/0092398 A1	19, 20
Y	J P 2003-198418 A (京セラ株式会社) 2003. 07. 11 (ファミリーなし)	23, 25